

P23563.P04

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant : Shuichi TAKEUCHI et al.

Serial No. : Not Yet Assigned

Filed : Concurrently Herewith

For : SCANNING OPTICAL SYSTEMS


CLAIM OF PRIORITY

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450

Sir:

Applicant hereby claims the right of priority granted pursuant to 35 U.S.C. 119 based upon Japanese Application No. 2002-214380, filed July 23, 2002. As required by 37 C.F.R. 1.55, a certified copy of the Japanese application is being submitted herewith.

Respectfully submitted,
Shuichi TAKEUCHI et al.

 Reg. No.
Bruce H. Bernstein
Reg. No. 29,027 33,329

July 22, 2003
GREENBLUM & BERNSTEIN, P.L.C.
1950 Roland Clarke Place
Reston, VA 20191
(703) 716-1191

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 7月23日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-214380

[ST.10/C]:

[JP2002-214380]

出 願 人

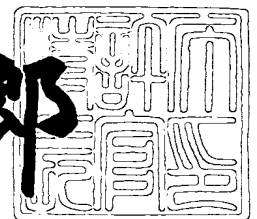
Applicant(s):

ペンタックス株式会社

2003年 4月11日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3025234

【書類名】 特許願

【整理番号】 JP01815

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G02B 26/10

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都板橋区前野町 2 丁目 3 6 番 9 号 旭光学工業株式
 会社内

 【氏名】 竹内 修一

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都板橋区前野町 2 丁目 3 6 番 9 号 旭光学工業株式
 会社内

 【氏名】 高窪 豊

【特許出願人】

 【識別番号】 000000527

 【氏名又は名称】 旭光学工業株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100098235

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 金井 英幸

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 062606

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

 【包括委任状番号】 9812486

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 走査光学系

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

レーザー光束を発する光源と、その中心軸を中心として一定方向に回転しながらその側面に形成された反射面にて前記レーザー光束を反射することによって、前記レーザー光束を主走査方向に走査するポリゴンミラーと、このポリゴンミラーによって走査されつつ反射された前記レーザー光束を走査対象面上に収束させる結像光学系とを備えた走査光学系であって、

前記レーザー光束の前記ポリゴンミラーの反射面に対する入射方向が、前記主走査方向に直交する副走査方向において斜めに設定され、

前記結像光学系を構成するとともにゴースト光を反射させるレンズ面を有するレンズの光軸が、副走査方向において、前記ポリゴンミラーの反射面に対する前記レーザー光束の入射点近傍にて当該各反射面に直交するとともに、

当該レンズ面の形状が、前記ポリゴンミラーの反射面によって反射されたレーザー光束を、前記ゴースト光として、副走査方向において前記ポリゴンミラーの反射面の外側へ向けて反射させる形状となっていることを特徴とする走査光学系。

【請求項 2】

前記レンズは、前記結像光学系内において前記ポリゴンミラーに最も近接して配置されており、

副走査方向における前記レーザー光束の前記ポリゴンミラーの各反射面に対する入射角を β 、前記ポリゴンミラーの各反射面から前記レンズまでの距離を D 、前記ポリゴンミラーの各反射面の副走査方向における厚さを H 、前記レンズの第 1 面の副走査断面の曲率半径を R_{z1} とした場合に、下記式 (1) を満たすことを特徴とする請求項 1 記載の走査光学系。

$$H/2 < |2\beta D(D - R_{z1})/R_{z1}| \quad \dots (1)$$

【請求項 3】

前記レンズは、前記結像光学系内において前記ポリゴンミラーに最も近接して

配置されており、

副走査方向における前記レーザー光束の前記ポリゴンミラーの各反射面に対する入射角を β 、前記ポリゴンミラーの各反射面から前記レンズまでの距離を D 、前記ポリゴンミラーの各反射面の副走査方向における厚さを H 、前記レンズの第1面及び第2面の副走査断面の曲率半径を夫々 R_{z1} 、 R_{z2} 、前記レンズの使用波長における屈折率を N とした場合に、下記式(2)を満たすことを特徴とする請求項1記載の走査光学系。

$$H/2 < |\beta D(D-Lz)/Lz| \quad \dots (2)$$

但し、 $Lz = R_{z1}R_{z2}D / (2NR_{z1}D - 2(N-1)R_{z2}D - R_{z1}R_{z2})$

【請求項4】

前記結像光学系は、前記レンズとしての走査レンズと、この走査レンズより走査対象面側に配置された像面湾曲補正レンズとにより、構成され、

前記走査レンズにアナモフィック非球面、前記像面湾曲補正レンズに2次元多項式非球面を、夫々少なくとも1面用いたことを特徴とする請求項1乃至3の何れかに記載の走査光学系。

【請求項5】

前記走査レンズにアナモフィック非球面及びトーリック面を夫々1面ずつ用いたことを特徴とする請求項4記載の走査光学系。

【請求項6】

前記走査レンズの副走査面における断面形状は、光軸に対して対称な形状であることを特徴とする請求項1乃至5の何れかに記載の走査光学系。

【請求項7】

前記ポリゴンミラーの各反射面に対して、複数の前記レーザー光束が、副走査方向において斜めに入射することを特徴とする請求項1乃至6の何れかに記載の走査光学系。

【請求項8】

前記結像光学系は、前記レンズとしての走査レンズと、この走査レンズより走

査対象面側に配置された像面湾曲補正レンズとにより、構成され、

前記複数のレーザー光束は、前記ポリゴンミラーの各反射面にて反射された後に、共通の走査レンズ、及び、個別の前記像面湾曲補正レンズを順に透過することを特徴とする請求項 1 乃至 7 の何れかに記載の走査光学系。

【請求項 9】

前記複数のレーザー光束は、前記走査レンズの光軸に対して対称に配置されている

ことを特徴とする請求項 1 乃至 8 の何れかに記載の走査光学系。

【請求項 10】

前記走査レンズはプラスチックレンズである

ことを特徴とする請求項 1 乃至 9 の何れかに記載の走査光学系。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光源から射出されたレーザー光束を、一定方向に回転するポリゴンミラーの反射面にて反射させることによって偏向させ、結像光学系を透過させることによって収束させて、走査対象面上で走査する走査光学系に、関する。

【0002】

【従来の技術】

走査光学系は、例えば、電子写真方式によるレーザービームプリンタや、デジタルコピーや、レーザーファックスや、レーザープロッタにおいて、走査対象面である感光体（感光ドラム等）の表面を変調ビームによって走査するために、用いられる。

【0003】

具体的には、走査光学系は、画像情報に従ってオンオフ変調されたレーザービームをポリゴンミラーによって動的に偏向するとともに、動的に偏向されたレーザービームを結像光学系によって走査対象面上にスポット光として収束させる。これにより、走査光学系は、スポット光を走査対象面上で主走査方向に沿って等速度で走査させ、複数のドットからなる二次元状の画像を走査対象面上に形成す

る。

【 0 0 0 4 】

ところで、走査光学系においては、各光学素子の表面における不要な反射に因るゴーストを如何に除去するかが、設計上の重要事項である。このような不要な反射は、例えば、結像光学系を構成する各レンズの各レンズ面において、生じ得る。そして、何れかのレンズ面に入射したレーザー光束の一部が反射することによって生じた反射光（ゴースト光）は、当該レーザー光束のビーム軸方向及びレンズ面に対する入射角に依って定まる方向へ戻る。そして、ゴースト光が戻された方向にポリゴンミラーの各反射面が存在する場合には、ゴースト光がこの反射面によって再度反射されて、結像光学系を通り、走査対象面に入射してしまう。

【 0 0 0 5 】

このとき、レーザー光束を反射・偏向している反射面にゴースト光が入射した場合には、このゴースト光は走査対象面の外に向かうか、もしくは走査対象面に届く倍もレーザー光束の走査速度とほぼ同じ速度で走査対象面上を移動するので、元々エネルギー密度が低いゴースト光のエネルギーが走査対象面上で分散されてしまい、ゴーストの問題は生じない。

【 0 0 0 6 】

これに対して、レーザー光束を反射・偏向している反射面と隣接する反射面にゴースト光が入射した場合には、このゴースト光の移動速度はレーザー光束の走査速度よりも遅くなり、このゴースト光を反射させているレンズ面の主走査方向における断面形状如何では、ほぼ停止してしまうこともある。その場合には、ゴースト光のエネルギーが走査対象面上の主走査方向における一部にのみ蓄積され、その結果として、主走査方向において印字濃度のムラ（ゴースト）が生じてしまうので、走査光学系全体としての描画性能が劣化する問題を生じる。

【 0 0 0 7 】

このようなゴーストを除去するには、各レンズ面での反射率をゼロにすることが本質的であるが、各レンズ面に施すコーティングの層数は、反射率をゼロに近づけようとすればするほど多くなってしまうので、コスト高騰を招いてしまう一方、コーティングによって反射率を完全にゼロにすることは不可能である。加え

て、最近では製造コストを低減させる目的や非球面形状をレンズ面に加工するためにプラスチックレンズも使用されているが、プラスチックレンズの場合、ガラスレンズにコーティングを施す場合よりも密着性が落ちる等の欠点があった。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

そこで、本発明は、走査光学系における結像レンズの各レンズ面でのレーザー光束の反射に因るゴースト光が、走査対象面に入射しないように構成することによって、走査光学系全体としてのコスト上昇を抑えつつ、ゴーストに起因する描画性能劣化を防止することができる走査光学系の提供を、課題とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】

上記の課題を解決するために構成された本発明による走査光学系は、レーザー光束を発する光源と、その中心軸を中心として一定方向に回転しながらその側面に形成された反射面にて前記レーザー光束を反射することによって、前記レーザー光束を主走査方向に走査するポリゴンミラーと、このポリゴンミラーによって走査されつつ反射された前記レーザー光束を走査対象面上に収束させる結像光学系とを備えた走査光学系であって、前記レーザー光束の前記ポリゴンミラーの反射面に対する入射方向が、前記主走査方向に直交する副走査方向において斜めに設定され、前記結像光学系を構成するとともにゴースト光を反射させるレンズ面を有するレンズの光軸が、副走査方向において、前記ポリゴンミラーの反射面に対する前記レーザー光束の入射点近傍にて当該各反射面に直交するとともに、当該レンズ面の形状が、前記ポリゴンミラーの反射面によって反射されたレーザー光束を、前記ゴースト光として、副走査方向において前記ポリゴンミラーの反射面の外側へ向けて反射させる形状となっていることを、特徴とする。

【0010】

このように構成されると、ポリゴンミラーの各反射面によって反射されたレーザー光束は、副走査方向において、光軸に対して傾いて結像光学系におけるゴースト光を反射させるレンズ面に入射する。その結果、そのレンズ面での反射によってゴースト光が生じたとしても、そのゴースト光は、その結像光学系の光軸上

を進行せず、副走査方向においてポリゴンミラーの反射面の外側を通過するので、そのゴースト光がポリゴンミラーの各反射面に入射する可能性はない。従って、そのレンズ面に反射防止コーティングを施さなくても、走査対象面にゴースト光が入射することを防止することができる。なお、本発明において対象となるレンズ面、即ち、反射したゴースト光がポリゴンミラーの各反射面に入射することを防止されるレンズ面は、結像光学系中のどこにあっても良い。即ち、結像光学系が複数のレンズから構成される場合には、そのレンズ面が、どのレンズのものであっても良いし、レンズの前面であって後面であって良い。

【 0 0 1 1 】

例えば、対象レンズ面が前記結像光学系内において前記ポリゴンミラーに最も近接して配置されているレンズの第 1 面である場合には、副走査方向におけるレーザー光束の前記ポリゴンミラーの各反射面に対する入射角を β 、前記ポリゴンミラーの各反射面から前記レンズまでの距離を D 、前記ポリゴンミラーの各反射面の副走査方向における厚さを H 、前記レンズの第 1 面の副走査断面の曲率半径を R_{z1} として、下記式 (1) を満たすように各値が設計されることが望ましい。

【 0 0 1 2 】

$$H/2 < |2\beta D(D-R_{z1})/R_{z1}| \quad \dots (1)$$

この式 (1) が満たされれば、対象レンズ面での反射によるゴースト光は、ポリゴンミラーの上方（即ち、ポリゴンミラーに対して光源とは逆側）又は下方（即ち、ポリゴンミラーに対して光源と同じ側）を通過する。

【 0 0 1 3 】

また、対象レンズ面が前記結像光学系内において前記偏向器近傍に最も近接して配置されているレンズの第 2 面である場合には、副走査方向における前記レーザー光束の前記ポリゴンミラーの各反射面に対する入射角を β 、前記ポリゴンミラーの各反射面から前記レンズまでの距離を D 、前記ポリゴンミラーの各反射面の副走査方向における厚さを H 、前記レンズの第 1 面及び第 2 面の副走査断面の曲率半径を夫々 R_{z1} 、 R_{z2} 、前記レンズの使用波長における屈折率を N として、下記式 (2) を満たすように各値が設計されることが望ましい。

【 0 0 1 4 】

$$H/2 < |(\beta D(D-Lz))/Lz| \quad \dots (2)$$

但し、 $Lz = R_{z1} R_{z2} D / (2NR_{z1} D - 2(N-1)R_{z2} D - R_{z1} R_{z2})$

この式(2)が満たされれば、対象レンズ面での反射によるゴースト光は、同じレンズの第1面を透過して、ポリゴンミラーの上方又は下方を通過する。

【0015】

以上のように設計されれば、ゴースト光がポリゴンミラーの各反射面に入射することが完全に防止されるが、結像レンズの各レンズやポリゴンミラーの組み付け誤差がある場合には、ポリゴンミラーと結像レンズとの間に、最初にポリゴンミラーによって反射されて結像レンズに入射する正規光を遮蔽せずにゴースト光のみを遮蔽する遮蔽板を、配置することが望ましい。

【0016】

前記結像光学系としては、例えば、前記対象レンズ面を有するレンズとしての走査レンズと、この走査レンズより走査対象面側に配置された像面湾曲補正レンズとにより構成されるものが考えられる。この場合、前記走査レンズにアナモフィック非球面、前記像面湾曲補正レンズに2次元多項式非球面を、夫々、少なくとも1面用いることが望ましい。このようにすれば、ポリゴンミラーの各反射面に対してレーザー光束を副走査方向において斜めに入射させた事に起因するBow(走査線湾曲)を、補正することができる。

【0017】

更に、走査レンズにアナモフィック非球面を用いるとともに、他の一面にトーリック面を用いても良い。何故ならば、ゴースト光を除去するためには、副走査方向におけるレーザー光束のポリゴンミラーの各反射面への入射角度を大きくすれば良いのであるが、副走査方向における入射角度が大きくなれば大きくなるほど、Bow等の性能悪化が強くなるとともに、装置全体の高さ方向の寸法が大きくなるなどの欠点が生じてくるので、その入射角度にも自ずから限界がある。そこで、走査レンズの他の一面にトーリック面を用いれば、走査レンズにアナモフィック非球面及び球面を用いる場合に比べて、ポリゴンミラーの各反射面に対する副走査方向における入射角度が小さくても、ゴースト光をポリゴンミラーの上方又は下方を通過させることが可能になるので、そのような欠点をも抑えることが

できるのである。

【0018】

前記走査レンズの副走査面における断面形状は、光軸に対して対象な形状であることが望ましい。そのようにすれば、前記ポリゴンミラーの各反射面に対して、複数の前記レーザー光束を副走査方向において（光軸に関して対称となるように）斜めに入射させ、更に、共通の前記結像光学系、及び、個別の前記像面湾曲補正レンズを順に透過させることが可能になるからである。このような構成は、カラープリンタに用いられる所謂1ポリゴンタンデム走査光学系（各トナーの色成分毎に感光ドラムを備えた走査光学系）に用いるのに好ましく、各レーザー光束に起因するゴースト光を同時に除去することが可能となる。

【0019】

本発明は、走査レンズがプラスチックレンズである場合に、特に、有効である。即ち、このようなプラスチックレンズの場合には、ガラスレンズに反射防止コートを施す場合に比べて、反射防止コートの密着性が落ちる等の欠点があるので、反射防止コートをする事なしにゴースト光を除去することができる本発明が有効なのである。

【0020】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の走査光学系による実施の形態である走査装置について、図面を参照しながら説明する。

【0021】

【実施形態1】

第1の実施形態の走査装置に内蔵される走査光学系の基本構成を展開した状態を、図1に示す。図1に示すように、この走査光学系10は、レーザー光を発振するレーザー光源11、このレーザー光源11から発したレーザー光を収束するシリンドリカルレンズ12、その各側面がレーザー光を反射する反射面として形成された正多角柱形状を有するポリゴンミラー13、及び、ポリゴンミラー13により偏向された光束を収束させる結像光学系としてのf θ レンズ20を、備えている。なお、以下の説明の理解を容易にするために、ポリゴンミラー13の中心

軸 1 3 a に直交する面と平行な方向を「主走査方向」と定義し、中心軸 1 3 a と平行な方向を「副走査方向」と定義する。

【 0 0 2 2 】

レーザー光源 1 1 から発せられて当該レーザー光源 1 1 とシリンドリカルレンズ 1 2 との間にある不図示のコリメータレンズによって平行光束とされたレーザー光束は、シリンドリカルレンズ 1 2 を透過した後、ポリゴンミラー 1 3 の各反射面に入射する。このポリゴンミラーは、その中心軸 1 3 a を中心として回転するので、各反射面によって反射されたレーザー光束は、主走査方向に動的に偏向（走査）される。このようにして動的に偏向されたレーザー光束は、 $f \theta$ レンズ 2 0 を透過することによって走査対象面 S 上に収束され、走査対象面上を主走査方向に沿ってほぼ等速度に走査される。

【 0 0 2 3 】

なお、レーザー光源 1 1 から発せられたレーザー光束は、主走査方向においては、平行光束のままポリゴンミラー 1 3 の各反射面によって反射され、 $f \theta$ レンズ 2 0 によって走査対象面 S 上に収束される。一方、副走査方向においては、当該レーザー光束は、副走査方向にパワーを持ったシリンドリカルレンズ 1 2 によりポリゴンミラー 1 3 の各反射面近傍で一旦収束され、発散光として $f \theta$ レンズ 2 0 に入射し、 $f \theta$ レンズ 2 0 によって走査対象面 S 上に再び収束される。このように、副走査方向においては、 $f \theta$ レンズ 2 0 によってポリゴンミラー 1 3 の各反射面と走査対象面 S とがほぼ共役関係となっているために、レーザー光束は、ポリゴンミラー 1 3 のどの反射面によって反射されても、各反射面の僅かな傾き（いわゆる「面倒れ」）の有無に拘わらず、走査対象面 S における同一線上を走査する。

【 0 0 2 4 】

$f \theta$ レンズ 2 0 は、走査レンズ 2 1 とこの走査レンズ 2 1 よりも走査対象面 S 側に配置される像面湾曲補正レンズ 2 2 とから、構成される。このうち、走査レンズ 2 1 は、主に主走査方向にレーザー光束を収束させるパワーを有するレンズであり、像面湾曲補正レンズ 2 2 は、主に副走査方向にレーザー光束を収束させるパワーを有するとともに、像面湾曲や $f \theta$ 特性誤差などの収差を補正する機能

をも負担するレンズである。これら $f \theta$ レンズ 2 0 を構成する各レンズ 2 1, 2 2 の光軸は、少なくとも主走査方向において同軸となっている。そして、走査レンズ 2 1 の光軸は、主走査方向においては、主走査の中心像高に向かうレーザー光束のビーム軸とほぼ重なり、副走査方向においては、ポリゴンミラー 1 3 の中心軸 1 3 a の中央に直交している。レーザー光束が各反射面の中央に入射する時に当該反射面の中央が存在する位置は、レーザー光束の反射点の平均位置であり、レーザー光束の動的な偏向の中心とみなすことができるので、以下、「偏向点」という。

【 0 0 2 5 】

なお、 $f \theta$ レンズ 2 0 を構成する各レンズ 2 1, 2 2 のレンズ面は、回転対称非球面でない場合もあるが、そのような形状を持つレンズ面には本来の意味での光軸を、定義することができない。そのため、以下、「光軸」との文言は、各レンズ面の面形状を式によって表現する時に設定される原点を通る軸（光学面基準軸）との意味で、用いられるものとする。

【 0 0 2 6 】

また、走査レンズ 2 1 の光軸を含みポリゴンミラー 1 3 の中心軸 1 3 a に直交する面を「主走査断面」と定義し、走査レンズ 2 1 の光軸を含み前記主走査断面に直行する面を「副走査断面」と定義する。

【 0 0 2 7 】

走査対象面 S は、具体的には、回転ドラムの感光面（外周面）であり、この回転ドラムは、 $f \theta$ レンズ 2 0 の光軸に直交して主走査方向を向いた回転軸を中心として、回転する。

【 0 0 2 8 】

以上に説明した走査光学系 1 0 の基本構成のうち、シリンドリカルレンズ 1 2, ポリゴンミラー 1 3 及び走査レンズ 2 1 以外（即ち、レーザー光源 1 1, 像面湾曲補正レンズ 2 2, 走査対象面 S）は、カラー印刷のための各トナーの色、即ち、イエロー、マゼンダ、シアン、ブラックの各色成分毎に、備えられている。それにより、イエロー、マゼンダ、シアン、ブラックの各色成分毎に備えられる 4 個の感光ドラムの感光面（走査対象面 S）に対して、同時にレーザー光束によ

る描画が可能となっている。このような描画に基づいて、各感光ドラムの感光面（走査対象面）上にはイエロー、マゼンダ、シアン、ブラックの各色成分のトナー像が夫々形成され、これら各色成分のトナー像が同一の印刷用紙上に順次転写されることによって、カラー画像が印刷される。

【 0 0 2 9 】

図 2 は、このような目的で構成される走査光学系全体（但し、レーザー光源 1 1 及びシリンドリカルレンズ 1 2 を除く）を副走査断面から見た光学構成図である。ポリゴンミラー 1 3 の各反射面に対して、各色成分に対応したレーザー光束は、副走査方向において傾斜した方向から、夫々同一の偏向点へ入射する。その結果、図 2 に示されるように、ポリゴンミラー 1 3 の各反射面によって反射された各色成分に対応した 4 本のレーザー光束は、走査レンズ 2 1 の光軸 P 1 に対して夫々別個の角度をなして進行し、共通の走査レンズ 2 1 に入射した後に、夫々に対応した像面湾曲補正レンズ 2 2 を透過して、夫々に対応した感光ドラム 6 0 に照射される。従って、ポリゴンミラー 1 3 の一つの反射面による一回の偏向によって、4 つの感光ドラム 6 0 に対して同時に走査を行うことができる。

【 0 0 3 0 】

なお、走査光学系 1 0 のユニットサイズをできるだけ小型化するために、図 2 に示すように、ポリゴンミラー 1 3 によって偏向された 4 本のレーザー光束の光路が、夫々、折返しミラー 2 3, 2 4 によって折り曲げられている。この際、各 $f \theta$ レンズ 2 0 を透過するレーザー光束の波長は同一であるので、各折返しミラー 2 3, 2 4 の位置は、各 $f \theta$ レンズ 2 0 の走査レンズ群 2 1 から像面湾曲補正レンズ 2 2 までの光路長が互いに等しくなって各 $f \theta$ レンズ 2 0 が互いに同一の光学特性を奏することができるよう、夫々配置されている。

【 0 0 3 1 】

各感光ドラム 6 0 は、互いに同じ大きさの円柱形状の外形を有するように形成されており、各像面湾曲補正レンズ 2 2 の光束射出側において、各像面湾曲補正レンズ 2 2 から等距離の位置に、夫々配置されている。

【 0 0 3 2 】

以上のように構成される走査光学系 1 0 が内部に組み付けられているカラーレ

ーザープリンターは、各感光ドラム60を所定の回転角速度で回転させるとともに、入力される画像情報に従ってオンオフ変調した各色成分毎のレーザー光束を、走査対象面Sである各感光ドラム60の外周面（感光面）上で繰り返し走査させることにより、複数の線状の軌跡（走査線）からなる二次元状の静電潜像を各走査対象面S上に描画する。そして、カラーレーザープリンターは、各感光ドラム60上に描画された静電潜像に帯電トナーを静電的に吸着させてトナー像を形成し、そのトナー像を印刷用紙に転写させる。このとき、カラーレーザープリンターは、各感光ドラム60上の対応する走査線が印刷用紙の同一線上に重なるように印刷用紙を搬送し、画像情報に基づくカラー画像を印刷用紙に印刷する。

【0033】

次に、本第1実施形態の走査光学系10において、個々の色成分に対応するレーザー光束についてゴーストの発生を防止するための具体的構成を、説明する。

【0034】

図3は、本第1実施形態においてゴーストを防止する原理を示す図である。この図3に示されるように、本第1実施形態においては、上述したように、副走査方向においてレーザー光束をポリゴンミラー13の各反射面に対して斜めに入射させるとともに、走査レンズ21の副走査断面内での断面形状のパワー（具体的には、走査レンズ21の第1面の面形状）と、ポリゴンミラー13の各反射面から走査レンズ21までの距離Dとを適切に設定することによって、走査レンズ21の第1面にて反射したゴースト光を、ポリゴンミラー13の上方（即ち、副走査方向においてポリゴンミラー13を挟んでレーザー光源11が存在する側とは逆側）を通過させて、走査レンズ21に再入射させないようにしている。

【0035】

具体的には、本第1実施形態では、走査レンズ21の第1面での反射によって生じるゴースト光をポリゴンミラー13の上方に通過させるために、下記条件式（3）が満たされている。

【0036】

$$H/2 < 2\beta D(D-R_{z1})/R_{z1} \quad \dots (3)$$

式（3）において、Hは、ポリゴンミラーの各反射面の副走査断面内における

厚さであり、 β は、ポリゴンミラー 1 3 の各反射面に対する副走査方向におけるレーザー光束の入射角であり、 D は、レーザー光束が偏向点に入射した時点におけるポリゴンミラー 1 3 の各反射面から走査レンズ 2 1 の第 1 面までの光軸上での距離であり、 R_{z1} は、走査レンズ 2 1 の第 1 面の副走査断面における曲率半径である。

【 0 0 3 7 】

以下、上述した式 (3) を満足する本第 1 実施形態による走査光学系 1 0 の実施例を 1 例示す。

【 0 0 3 8 】

【実施例 1】

図 4 は、実施例 1 の走査光学系 1 0 の主走査方向における展開図であり、図 5 は、その副走査方向における展開図である。但し、これら図 4、図 5 においては、走査レンズ 2 1 を透過する正規光束については図示を省略している。また、図 5 においては、図が煩雑となるのを避けるために、レーザー光源 1 1 及びシリンドリカルレンズ 1 2 を省略している。

【 0 0 3 9 】

実施例 1 では、 $f \theta$ レンズ 2 0 全体としての焦点距離は 235mm であり、走査対象面 S 上での走査幅（レーザー光束が走査される主走査方向幅）は 216mm であり、設計波長は 780nm であり、ポリゴン厚 H は 3.0mm であり、主走査方向においてポリゴンミラー 1 3 に入射するレーザー光束と走査レンズ 2 1 の光軸とがなす角度（即ち、偏向角 α ）は 75.0° であり、ポリゴンミラー 1 3 の各反射面に入射するレーザー光束の副走査方向における入射角 β は 2.83° ($=0.0494\text{rad}$) である。

【 0 0 4 0 】

実施例 1 におけるシリンドリカルレンズ 1 2 から走査対象面 S に至る光路上の各面の具体的数値構成を、表 1 に示す。なお、この表 1 に示された数値構成は、シリンドリカルレンズ 1 2 を透過したレーザービームが偏向点においてポリゴンミラー 1 3 の各反射面によって反射されている時点での走査レンズ 2 1 の光軸に対する近軸条件である。但し、像面湾曲補正レンズ 2 2 の光軸は走査レンズ 2 1 の光軸に対して副走査方向にシフトしているので、像面湾曲補正レンズ 2 2 の各

面については、その光軸に対する近軸条件が示されている。

【 0 0 4 1 】

【表 1】

No	Ry	Rz	d	N(780nm)	DECZ	名称
1	∞	+51.08	4.00	1.51072		シリンドリカルレンズ
2	∞		97.00			
3	∞		54.00			ポリゴンミラー
4	-184.70		10.00	1.48617		走査レンズ第 1 面
5	-70.53	-100.00	140.00			走査レンズ第 2 面
6	-850.00		6.00	1.48617	9.00	像面湾曲補正レンズ第 1 面
7	-1800.00		91.00			像面湾曲補正レンズ第 2 面
8	∞					像面

【 0 0 4 2 】

表 1 において、No は面番号であり、No1 及び No2 がシリンドリカルレンズ 1 2 の前面及び後面、No3 がポリゴンミラー 1 3 の各反射面、No4 及び No5 が走査レンズ 2 1 の第 1 面及び第 2 面、No6 及び No7 が像面湾曲補正レンズ 2 2 の第 1 面及び第 2 面、No8 が走査対象面 S である。また、表 1 において、記号 Ry は、主走査方向における曲率半径（単位 [mm]）であり、曲率中心がレンズ面と光軸との交点より光源側に存在する場合に負の符号をとり走査対象面 S 側に存在する場合に正の符号をとる。また、表 1 において、記号 Rz は、副走査方向における曲率半径（単位 [mm]）であり、曲率中心がレンズ面と光軸との交点より光源側に存在する場合に負の符号をとり走査対象面 S 側に存在する場合に正の符号をとるとともに、Ry と同じ場合（即ち、回転対称形状である場合）には省略される。また、表 1 において、記号 d は光軸（ビーム軸）上における次の面までの距離（単位 [mm]）であり、記号 N は、次の面までの間の媒質の設計波長に対する屈折率（空気については省略）である。また、表 1 において、記号 DECZ は、前の面に対する光軸の副走査方向へのシフト量（単位 [mm]）であり、図 5 の上方へシフトしている場合（即ち、副走査方向においてレーザ光源 1 1 がある側とは逆側）に正の符号をとる。

【 0 0 4 3 】

表 1 から明らかなように、シリンドリカルレンズ 1 2 の前面はシリンドリカル面であり、後面は平面である。また、走査レンズ 1 2 の第 1 面と像面湾曲補正レ

レンズ 2 2 の第 2 面は回転対称面である。

【 0 0 4 4 】

走査レンズ 2 1 の第 2 面は、アナモフィック非球面（即ち、主走査断面は光軸からの主走査方向の関数、副走査断面は曲率が光軸からの主走査方向の距離の関数として、独立に定義される非球面）である。従って、その主走査断面における形状は、光軸からの高さ(y)の点における光軸での接平面からのサグ量 X(y)として、下記式（4）により表され、主走査方向の各高さ(y)での副走査方向における形状は、円弧の曲率 1/[Rz(y)]として、下記式（5）により表される。

【 0 0 4 5 】

$$X(y) = 1/Ry \cdot y^2 / [1 + \sqrt{1 - (\kappa + 1)^2 y^2 / Ry^2}] \\ + AM_1 y + AM_2 y^2 + AM_3 y^3 + AM_4 y^4 + AM_5 y^5 + AM_6 y^6 + AM_7 y^7 + AM_8 y^8 \dots \quad (4)$$

$$1/[Rz(y)] = 1/Rz$$

$$+ AS_1 y + AS_2 y^2 + AS_3 y^3 + AS_4 y^4 + AS_5 y^5 + AS_6 y^6 + AS_7 y^7 + AS_8 y^8 \dots \quad (5)$$

これら式（4）、（5）において、Ry 及び Rz は夫々表 1 に挙げられた主走査方向及び副走査方向における近軸曲率、 κ は円錐係数、 $AM_1, AM_2, AM_3, AM_4, AM_5, AM_6, AM_7, AM_8 \dots$ は夫々主走査方向に関する 1 次、2 次、3 次、4 次、5 次、6 次、7 次、8 次…の非球面係数であり、 $AS_1, AS_2, AS_3, AS_4, AS_5, AS_6, AS_7, AS_8 \dots$ は夫々副走査方向に関する 1 次、2 次、3 次、4 次、5 次、6 次、7 次、8 次…の非球面係数である。実施例 1 において走査レンズ 2 1 の第 2 面の具体的な形状を特定するためにこれら各式（4）、（5）に適用される各係数を、表 2 に示す。

【 0 0 4 6 】

【表 2】

K	0.00E+00		
AM ₁	0.00E+00	AS ₁	8.16E-06
AM ₂	0.00E+00	AS ₂	5.73E-07
AM ₃	0.00E+00	AS ₃	-1.80E-08
AM ₄	1.24E-07	AS ₄	-7.26E-09
AM ₅	0.00E+00	AS ₅	5.25E-11
AM ₆	-9.74E-12	AS ₆	1.02E-11
AM ₇	0.00E+00	AS ₇	-3.63E-14
AM ₈	6.78E-15	AS ₈	-5.24E-15

【 0 0 4 7 】

像面湾曲補正レンズ 2 2 の第 1 面は、二次元多項式非球面（即ち、主走査方向、副走査方向それぞれの高さに関する多項式で表現される非球面）である。従って、その形状は、主走査方向及び副走査方向の光軸からの高さが夫々 (y) 、 (z) の点における光軸での接平面からのサグ量 $X(y, z)$ として、下記式 (6) により表される。

【 0 0 4 8 】

$$X(y, z) = 1/R_y \cdot (y^2 + z^2) / [1 + \sqrt{1 - (\kappa + 1) \cdot (y^2 + z^2) / R_y^2}] + \sum B_{mn} y^m z^n \quad \dots (6)$$

式 (6) において、 R_y は表 1 に挙げられた主走査方向における近軸曲率、 κ は円錐係数、 B_{mn} は主走査方向における次数が m 次であって副走査方向における n 次である非球面係数である。実施例 1 において像面湾曲補正レンズ 2 2 の第 1 面の具体的形状を特定するために式 (6) に適用される各係数を、表 3 に示す。

【 0 0 4 9 】

【表 3】

	B_{z0}	B_{z1}	B_{z2}	B_{z3}	B_{z4}
B_{y0}		8.662E-02	1.589E-02	-3.156E-06	-1.767E-06
B_{y2}	4.490E-06	-7.494E-07	-2.523E-07	-3.649E-10	-1.966E-10
B_{y4}	5.456E-08	-2.099E-10	-3.131E-12	1.723E-14	-3.394E-14
B_{y6}	6.314E-13	2.856E-14	8.730E-16	-1.216E-16	0.000E+00
B_{y8}	-1.455E-16	-1.547E-18	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00

【 0 0 5 0 】

以上に挙げた実施例 1 の具体的数値から上記式 (3) に適用するために抽出される係数は、以下の通りである。

$$H = 3.0 \text{ mm}$$

$$\beta = 0.0494 \text{ rad}$$

$$D = -54.0 \text{ mm}$$

$$R_{z1} = -184.70 \text{ mm}$$

従って、実施例 1 における式 (3) の計算結果は、以下の通りとなる。

【 0 0 5 1 】

$$H/2 < (2\beta D(D - R_{z1})) / R_{z1}$$

1.5<3.78 : 成立

このように、実施例 1 では、走査レンズ 2 1 の第 1 面に関して式 (3) が満たされているので、図 4 及び図 5 に示されるように、走査レンズ 2 1 の第 1 面でのゴースト光は、ポリゴンミラー 1 3 の上方を通過して反射面には入射しないので、走査レンズ 2 1 に再入射して走査対象面 S 上にゴーストを生じさせることがない。

【 0 0 5 2 】

また、実施例 1 では、走査レンズ 2 1 の第 2 面にアナモフィック非球面、像面湾曲補正レンズ 2 2 の第 1 面に二次元多項式非球面を夫々採用しているので、レーザー光束をポリゴンミラー 1 3 の各反射面に対して副走査方向において斜めに入射させることに起因する Bow を、補正することができる。

【 0 0 5 3 】

【実施形態 2】

本発明の第 2 の実施形態による走査装置は、上述した第 1 の実施形態と比較して、走査レンズ 2 1 の第 2 面によって反射されたゴースト光をもポリゴンミラー 1 3 の上方を通過させて、走査レンズ 2 1 に再入射しないようにしたものである。本第 2 実施形態のその他の構成は、図 1 及び図 2 を用いて上に説明した第 1 実施形態のものと同一なので、その説明を省略する。

【 0 0 5 4 】

本第 2 実施形態においてゴーストを防止する原理を、図 3 を用いて、説明する。図 3 には、第 1 実施形態においてポリゴンミラー 1 3 の各反射面への入射を防止した走査レンズ 2 1 の第 1 面 R 1 での反射に因るゴースト光の他、第 2 面での反射に因るゴースト光も記載されている。このように、本第 2 実施形態においては、副走査方向においてレーザー光束をポリゴンミラー 1 3 の各反射面に対して斜めに入射させるとともに、走査レンズ 2 1 の副走査断面内での断面形状のパワー（具体的には、走査レンズ 2 1 の第 1 面の面形状に加えて第 2 面の面形状）と、ポリゴンミラー 1 3 の各反射面から走査レンズ 2 1 までの距離 D とを更に適切に設定することによって、走査レンズ 2 1 の第 2 面にて反射したゴースト光を、ポリゴンミラーの上方を通過させて、走査レンズ 2 1 に再入射しないようにして

いる。

【 0 0 5 5 】

具体的には、本第 2 実施形態では、走査レンズ 2 1 の第 2 面（後面）での反射によって生じるゴースト光をポリゴンミラー 1 3 の上方に通過させるために、下記条件式（7）が満たされている。

【 0 0 5 6 】

$$H/2 < \beta D(D-Lz)/Lz$$

$$Lz = R_{z1}R_{z2}D / (2NR_{z1}D - 2(N-1)R_{z2}D - R_{z1}R_{z2}) \quad \dots (7)$$

式（7）において、式（3）と共通する記号の意味はこの式（3）と同じである。また、 R_{z2} は、走査レンズ 2 1 の第 2 面の副走査断面における曲率半径であり、 N は、走査レンズ 2 1 を構成する媒質の使用波長（レーザー光束の波長）に対する屈折率である。

【 0 0 5 7 】

以下、上述した式（7）を満足する走査光学系 1 0 の実施例を 2 例示す。

【 0 0 5 8 】

【実施例 2】

図 6 は、実施例 2 の走査光学系 1 0 の主走査方向における展開図であり、図 7 は、その副走査方向における展開図である。但し、これら図 6、図 7 においては、走査レンズ 2 1 を透過する正規光束については図示を省略している。また、図 7 においては、図が煩雑となるのを避けるために、レーザー光源 1 1 及びシリンドリカルレンズ 1 2 を省略している。

【 0 0 5 9 】

実施例 2 では、 $f \theta$ レンズ 2 0 全体としての焦点距離は 200mm であり、走査対象面 S 上での走査幅は 216mm であり、設計波長は 780nm であり、ポリゴン厚 H は 4.0mm であり、偏向角 α は 65.0° であり、ポリゴンミラー 1 3 の各反射面に入射するレーザー光束の副走査方向における入射角 β は 3.54° ($=0.0617\text{rad}$) である。

【 0 0 6 0 】

実施例 2 におけるシリンドリカルレンズ 1 2 から走査対象面 S に至る光路上の

各面の具体的数値構成を、表 4 に示す。表 4 における各記号の意味は、上述した表 1 のものと同じである。

【 0 0 6 1 】

【表 4】

No	Ry	Rz	d	N(780nm)	DECZ	名称
1	∞	+51.08	4.00	1.51072		シリンドリカルレンズ
2	∞		97.00			
3	∞		45.42			ポリゴンミラー
4	-185.60		10.00	1.48617		走査レンズ第 1 面
5	-63.79	-300.00	113.11			走査レンズ第 2 面
6	-958.42		7.00	1.48617	11.0	像面湾曲補正レンズ第 1 面
7	-1800.00		82.61			像面湾曲補正レンズ第 2 面
8	∞					像面

【 0 0 6 2 】

表 4 から明らかなように、シリンドリカルレンズ 1 2 の前面はシリンドリカル面であり、後面は平面である。また、走査レンズ 1 2 の第 1 面と像面湾曲補正レンズ 2 2 の第 2 面は回転対象面である。

【 0 0 6 3 】

走査レンズ 2 1 の第 2 面は、アナモフィック非球面である。実施例 2 において走査レンズ 2 1 の第 2 面の具体的形状を特定するために上記各式 (4) , (5) に適用される各係数を、表 5 に示す。

【 0 0 6 4 】

【表 5】

K	0.00E+00		
AM ₁	0.00E+00	AS ₁	8.56E-06
AM ₂	0.00E+00	AS ₂	-1.82E-06
AM ₃	0.00E+00	AS ₃	-3.44E-09
AM ₄	1.88E-07	AS ₄	-9.08E-10
AM ₅	0.00E+00	AS ₅	4.12E-11
AM ₆	-1.87E-12	AS ₆	-3.91E-13
AM ₇	0.00E+00	AS ₇	-3.33E-14
AM ₈	1.13E-15	AS ₈	0.00E+00

【 0 0 6 5 】

像面湾曲補正レンズ 2 2 の第 1 面は、二次元多項式非球面である。実施例 2 において像面湾曲補正レンズ 2 2 の第 1 面の具体的形状を特定するために上記式 (

6) に適用される各係数を、表 6 に示す。

【 0 0 6 6 】

【表 6】

	B_{z0}	B_{z1}	B_{z2}	B_{z3}	B_{z4}
B_{y0}		1.367E-01	1.809E-02	5.971E-06	-1.710E-06
B_{y2}	-8.984E-05	-2.786E-06	-4.458E-07	-2.245E-09	-1.799E-10
B_{y4}	1.001E-07	-2.397E-10	2.074E-12	-3.682E-13	-2.984E-14
B_{y6}	-3.700E-12	3.139E-14	1.141E-15	-1.209E-16	0.000E+00
B_{y8}	5.485E-17	-1.525E-18	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00

【 0 0 6 7 】

以上に挙げた実施例 2 の具体的数値から、上記式 (7) に適用するために抽出される係数は、以下の通りである。

$$H = 4.0 \text{ mm}$$

$$\beta = 0.0617 \text{ rad}$$

$$D = -45.42 \text{ mm}$$

$$N = 1.48617$$

$$R_{z1} = -185.60 \text{ mm}$$

$$R_{z2} = -300 \text{ mm}$$

従って、実施例 2 における式 (7) の計算結果は、以下の通りとなる。

【 0 0 6 8 】

$$H/2 < \beta D(D-Lz)/Lz$$

$$2.0 < 5.02 : \text{成立}$$

ところで、表 4 に記載された走査レンズ 2 1 の第 1 面及び第 2 面の副走査方向における曲率半径 R_z は、近軸の曲率半径、即ち、走査対象面 S 上における像高 $Y = 0 \text{ mm}$ の位置に夫々スポットを形成するレーザー光束に対する曲率半径であるが、上記式 (7) は、走査幅の全域において満たされていなければならない。そのため、走査対象面 S 上における像高 $Y = 110 \text{ mm}$ の位置に夫々スポットを形成するレーザー光束に対する走査レンズ 2 1 の第 2 面の副走査方向における曲率半径を算出すると、

$$R_{z2} = -212.47 \text{ mm}$$

となる。なお、第 1 面は球面故にその曲率半径は一定である。

【 0 0 6 9 】

従って、実施例 2 において、像高 $Y = 110\text{mm}$ の位置に夫々スポットを形成するレーザー光束についての上記式 (7) の計算結果は、以下の通りとなる。

【 0 0 7 0 】

$$H/2 < \beta D(D-Lz)/Lz$$

2.0 < 4.49 : 成立

このように、実施例 2 では、走査レンズ 21 の第 1 面及び第 2 面に関して、走査の全域において式 (7) が満たされているので、図 6 及び図 7 に示されるように、走査レンズ 21 の第 2 面でのゴースト光は、ポリゴンミラー 13 の上方へ向かい、反射面には入射しないので、走査レンズ 21 に再入射して走査対象面 S 上にゴーストを生じさせることがない。

【 0 0 7 1 】

【実施例 3】

図 8 は、実施例 3 の走査光学系 10 の主走査方向における展開図であり、図 9 は、その副走査方向における展開図である。但し、これら図 8、図 9 においては、走査レンズ 21 を透過する正規光束については図示を省略している。また、図 9 においては、図が煩雑となるのを避けるために、レーザー光源 11 及びシリンドリカルレンズ 12 を省略している。

【 0 0 7 2 】

実施例 3 では、 $f\theta$ レンズ 20 全体としての焦点距離は 200mm であり、走査対象面 S 上での走査幅は 216mm であり、設計波長は 780nm であり、ポリゴン厚 H は 4.0mm であり、偏向角 α は 65.0° であり、ポリゴンミラー 13 の各反射面に入射するレーザー光束の副走査方向における入射角 β は 2.83° ($=0.0494\text{rad}$) である。

【 0 0 7 3 】

実施例 3 におけるシリンドリカルレンズ 12 から走査対象面 S に至る光路上の各面の具体的数値構成を、表 7 に示す。表 7 における各記号の意味は、上述した表 1 のものと同じである。

【 0 0 7 4 】

【表 7】

No	Ry	Rz	d	N(780nm)	DECZ	名称
1	∞	+51.08	4.00	1.51072		シリンドリカルレンズ
2	∞		97.00			
3	∞		42.00			ポリゴンミラー
4	-185.60	158.78	10.00	1.48617		走査レンズ第 1 面
5	-63.00	-300.00	112.50			走査レンズ第 2 面
6	-600.00		5.00	1.48617	7.00	像面湾曲補正レンズ第 1 面
7	-1800.00		82.53			像面湾曲補正レンズ第 2 面
8	∞					像面

【0 0 7 5】

表 7 から明らかなように、シリンドリカルレンズ 1 2 の前面はシリンドリカル面であり、後面は平面である。また、像面湾曲補正レンズ 2 2 の第 2 面は回転対称面である。

【0 0 7 6】

走査レンズ 2 1 の第 1 面は、トーリック非球面（即ち、非円弧曲線を光軸と直交する軸周りに回転させた非球面）である。従って、その副走査断面形状は、光軸からの高さ(z)の点における光軸での接平面からのサグ量 $X(z)$ として、下記式（8）により表される。

【0 0 7 7】

$$X(z) = 1/Rz \cdot y^2 / [1 + \sqrt{1 - (\kappa + 1)^2 y^2 / Rz^2}] \\ + AM_1 y + AM_2 y^2 + AM_3 y^3 + AM_4 y^4 + AM_5 y^5 + AM_6 y^6 + AM_7 y^7 + AM_8 y^8 \dots \quad (8)$$

式（8）において、 Rz は表 4 に挙げられた副走査方向における近軸曲率、 κ は円錐係数、 $AM_1, AM_2, AM_3, AM_4, AM_5, AM_6, AM_7, AM_8 \dots$ は夫々 1 次, 2 次, 3 次, 4 次, 5 次, 6 次, 7 次, 8 次…の非球面係数である。実施例 3 において走査レンズ 2 1 の第 1 面の具体的形状を特定するために式（8）に適用される各係数のうち、4 次の非球面係数 AM_4 は 6.15×10^{-6} であり、その他は全て 0 である。

【0 0 7 8】

走査レンズ 2 1 の第 2 面は、アナモフィック非球面である。実施例 3 において走査レンズ 2 1 の第 2 面の具体的形状を特定するために上記各式（4）, （5）に適用される各係数を、表 8 に示す。

【0 0 7 9】

【表 8】

K	0.00E+00		
AM ₁	0.00E+00	AS ₁	1.01E-05
AM ₂	0.00E+00	AS ₂	3.62E-06
AM ₃	0.00E+00	AS ₃	2.58E-08
AM ₄	2.05E-07	AS ₄	-4.35E-09
AM ₅	0.00E+00	AS ₅	-2.04E-11
AM ₆	6.15E-12	AS ₆	1.02E-12
AM ₇	0.00E+00	AS ₇	0.00E+00
AM ₈	-7.02E-15	AS ₈	0.00E+00
AM ₉	0.00E+00	AS ₉	0.00E+00
AM ₁₀	-2.51E-18	AS ₁₀	0.00E+00

【 0 0 8 0 】

像面湾曲補正レンズ 2 2 の第 1 面は、二次元多項式非球面である。実施例 3 において像面湾曲補正レンズ 2 2 の第 1 面の具体的形状を特定するために上記式 (6) に適用される各係数を、表 9 に示す。

【 0 0 8 1 】

【表 9】

	B _{Z0}	B _{Z1}	B _{Z2}	B _{Z3}	B _{Z4}
B _{Y0}		8.309E-02	1.841E-02	1.100E-05	-1.370E-06
B _{Y2}	9.415E-06	-1.086E-06	-4.587E-07	-3.826E-09	-1.378E-10
B _{Y4}	1.086E-07	-2.907E-10	2.363E-12	-5.060E-14	-2.603E-14
B _{Y6}	-3.922E-12	3.501E-14	9.319E-16	-8.914E-17	0.000E+00
B _{Y8}	5.316E-17	-1.728E-18	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00

【 0 0 8 2 】

以上に挙げた実施例 3 の具体的数値から上記式 (7) に適用するために抽出される係数は、以下の通りである。

$$H = 4.0 \text{ mm}$$

$$\beta = 0.0494 \text{ rad}$$

$$D = -42.0 \text{ mm}$$

$$R_{z1} = -158.78 \text{ mm}$$

$$R_{z2} = -300 \text{ mm}$$

従って、実施例 3 における式 (7) の計算結果は、以下の通りとなる。

【 0 0 8 3 】

$$H/2 < \beta D(D-Lz)/Lz$$

2.0<2.75 : 成立

また、走査対象面 S 上における像高 $Y = 110\text{mm}$ の位置に夫々スポットを形成するレーザー光束に対する走査レンズ 2 1 の第 2 面の副走査方向における曲率半径を算出すると、

$$R_{z2} = -316.13\text{mm}$$

となる。なお、第 1 面 R 1 は球面故にその曲率半径は一定である。

【 0 0 8 4 】

従って、実施例 3 において、像高 $Y = 110\text{mm}$ の位置に夫々スポットを形成するレーザー光束についての上記式 (7) の計算結果は、以下の通りとなる。

【 0 0 8 5 】

$$H/2 < \beta D(D-Lz)/Lz$$

2.0<2.80 : 成立

このように、実施例 3 では、走査レンズ 2 1 の第 1 面及び第 2 面に関して、走査の全域において式 (7) が満たされているので、図 8 及び図 9 に示されるように、走査レンズ 2 1 の第 2 面でのゴースト光は、ポリゴンミラー 1 3 の上方へ向かい、反射面には入射しないので、走査レンズ 2 1 に再入射して走査対象面 S 上にゴーストを生じさせることがない。しかも、実施例 3 では、図 8 及び図 9 に示すように、ポリゴンミラー 1 3 と走査レンズ 2 1 との間に、走査レンズ 2 1 の第 2 面によって反射されたゴースト光を反射する遮光部材 1 4 を配置し、この遮光部材 1 4 によってゴースト光を走査レンズ 2 1 に再入射させることなく走査対象面 S 外に飛ばしているため、ゴーストを生じさせる可能性が更に低くなっている。

【 0 0 8 6 】

【実施形態 3】

本発明の第 3 の実施形態による走査装置は、上述した第 1 の実施形態と比較して、走査レンズ 2 1 の第 1 面によって反射されたゴースト光をポリゴンミラー 1 3 の下方（即ち、副走査方向においてポリゴンミラー 1 3 に対してレーザー光源 1 1 が存在する側と同じ側）を通過させて、走査レンズ 2 1 に再入射しないようにしたものである。本第 3 実施形態のその他の構成は、図 1 及び図 2 を用いて上に

説明した第 1 実施形態のものと同一なので、その説明を省略する。

【0087】

図 10 は、本第 3 実施形態においてゴーストを防止する原理を示す図である。この図 10 に示されるように、本第 3 実施形態においては、副走査方向においてレーザー光束をポリゴンミラー 13 の各反射面に対して斜めに入射させるとともに、走査レンズ 21 の副走査断面内での断面形状のパワー（具体的には、走査レンズ 21 の第 1 面の面形状）と、ポリゴンミラー 13 の各反射面から走査レンズ 21 までの距離 D とを適切に設定することによって、走査レンズ 21 の第 1 面に反射したゴースト光を、ポリゴンミラー 13 の下方を通過させて、走査レンズ 21 に再入射しないようにしている。

【0088】

具体的には、本第 3 実施形態では、走査レンズ 21 の第 1 面での反射によって生じるゴースト光をポリゴンミラー 13 の上方に通過させるために、下記条件式 (9) が満たされている。

【0089】

$$H/2 < -2\beta D(D-R_{z1})/R_{z1} \quad \dots (9)$$

式 (9) における各記号の意味は、上述した式 (3) と同じである。

【0090】

以下、上述した式 (9) を満足する本第 3 実施形態による走査光学系 10 の実施例を 1 例示す。

【0091】

【実施例 4】

図 11 は、実施例 4 の走査光学系 10 の主走査方向における展開図であり、図 12 は、その副走査方向における展開図である。但し、これら図 11、図 12 においては、走査レンズ 21 を透過する正規光束については図示を省略している。また、図 12 においては、図が煩雑となるのを避けるために、レーザー光源 11 及びシリンドリカルレンズ 12 を省略している。

【0092】

実施例 4 では、f θ レンズ 20 全体としての焦点距離は 235mm であり、走査対

象面 S 上での走査幅は216mmであり、設計波長は780nmであり、ポリゴン厚Hは3.0mmであり、偏向角 α は75.0°であり、ポリゴンミラー13の各反射面に入射するレーザー光束の副走査方向における入射角 β は2.83° (=0.0494rad)である。

【0093】

実施例4におけるシリンドリカルレンズ12から走査対象面Sに至る光路上の各面の具体的数値構成を、表10に示す。表10における各記号の意味は、上述した表1のものと同一である。

【0094】

【表10】

No	Ry	Rz	d	N(780nm)	DECZ	名称
1	∞	+51.08	4.00	1.51072		シリンドリカルレンズ
2	∞		97.00			
3	∞		54.00			ポリゴンミラー
4	-207.44	-30.00	10.00	1.48617		走査レンズ第1面
5	-73.38	-29.75	140.00			走査レンズ第2面
6	-850.00		6.00	1.48617	8.00	像面湾曲補正レンズ第1面
7	-1800.00		90.35			像面湾曲補正レンズ第2面
8	∞					像面

【0095】

表10から明らかなように、シリンドリカルレンズ12の前面はシリンドリカル面であり、後面は平面である。また、像面湾曲補正レンズ22の第2面は回転対称面である。

【0096】

走査レンズ21の第1面は、アナモフィック非球面である。実施例4において走査レンズ21の第1面の具体的形状を特定するために上記各式(4)，(5)に適用される各係数を、表11に示す。

【0097】

【表 1 1】

K	0.00E+00		
AM ₁	0.00E+00	AS ₁	-1.02E-05
AM ₂	0.00E+00	AS ₂	1.27E-06
AM ₃	0.00E+00	AS ₃	1.27E-08
AM ₄	-1.75E-07	AS ₄	1.28E-08
AM ₅	0.00E+00	AS ₅	-4.29E-11
AM ₆	8.39E-11	AS ₄	-2.03E-11
AM ₇	0.00E+00	AS ₅	3.66E-14
AM ₈	-2.76E-14	AS ₆	1.04E-14

【 0 0 9 8 】

走査レンズ 2 1 の第 2 面は、トーリック非球面である。実施例 4 において走査レンズ 2 1 の第 2 面の具体的形状を特定するために上記式 (8) に適用される各係数のうち、4 次の非球面係数 AM₄ は -3.51×10^{-5} であり、6 次の非球面係数 AM₆ は -8.08×10^{-5} であり、その他は全て 0 である。

【 0 0 9 9 】

像面湾曲補正レンズ 2 2 の第 1 面は、二次元多項式非球面である。実施例 4 において像面湾曲補正レンズ 2 2 の第 1 面の具体的形状を特定するために上記式 (6) に適用される各係数を、表 1 2 に示す。

【 0 1 0 0 】

【表 1 2】

	B _{z0}	B _{z1}	B _{z2}	B _{z3}	B _{z4}
B _{y0}		7.157E-02	1.541E-02	-2.014E-05	-1.939E-06
B _{y2}	-1.197E-05	-1.690E-07	-2.040E-07	5.072E-10	-2.385E-10
B _{y4}	5.515E-08	-2.166E-10	-7.768E-12	1.287E-13	-3.723E-14
B _{y6}	-3.485E-14	2.623E-14	1.518E-15	-1.686E-16	0.000E+00
B _{y8}	-8.796E-17	-1.270E-18	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00

【 0 1 0 1 】

以上に挙げた実施例 4 の具体的数値から上記式 (9) に適用するために抽出される係数は、以下の通りである。

$$H = 3.0 \text{ mm}$$

$$\beta = 0.0494 \text{ rad}$$

$$D = -54.00 \text{ mm}$$

$$R_{z1} = -30.0 \text{ mm}$$

従って、実施例 4 における式 (9) の計算結果は、以下の通りとなる。

【0 1 0 2】

$$H/2 < -2\beta D(D-R_{z1})/R_{z1}$$

1.5 < 4.27 : 成立

また、走査対象面 S 上における像高 $Y = 110\text{mm}$ の位置に夫々スポットを形成するレーザー光束に対する走査レンズ 2 1 の第 1 面の副走査方向における曲率半径を算出すると、

$$R_{z1} = -36.47\text{mm}$$

となる。

【0 1 0 3】

従って、実施例 4 において、像高 $Y = 110\text{mm}$ の位置に夫々スポットを形成するレーザー光束についての上記式 (9) の計算結果は、以下の通りとなる。

【0 1 0 4】

$$H/2 < -2\beta D(D-R_{z1})/R_{z1}$$

1.5 < 2.56 : 成立

このように、実施例 4 では、走査レンズ 2 1 の第 1 面に関して、走査の全域において式 (9) が満たされているので、図 1 1 及び図 1 2 に示されるように、走査レンズ 2 1 の第 1 面でのゴースト光は、ポリゴンミラー 1 3 の下方へ向かい、反射面には入射しないので、走査レンズ 2 1 に再入射して走査対象面 S 上にゴーストを生じさせることがない。

【0 1 0 5】

【実施形態 4】

本発明の第 4 の実施形態による走査装置は、上述した第 3 の実施形態と比較して、走査レンズ 2 1 の第 2 面によって反射されたゴースト光をもポリゴンミラー 1 3 の下方を通過させて、走査レンズ 2 1 に再入射しないようにしたものである。本第 4 実施形態のその他の構成は、図 1 及び図 2 を用いて上に説明した第 1 実施形態のものと同一なので、その説明を省略する。

【0 1 0 6】

本第 4 実施形態においてゴーストを防止する原理を、図 1 0 を用いて、説明す

る。図 1 0 には、第 3 実施形態においてポリゴンミラー 1 3 の各反射面への入射を防止した走査レンズ 2 1 の第 1 面での反射に因るゴースト光の他、第 2 面での反射に因るゴースト光も記載されている。このように、本第 4 実施形態においては、副走査方向においてレーザー光束をポリゴンミラー 1 3 の各反射面に対して斜めに入射させるとともに、走査レンズ 2 1 の副走査断面内での断面形状のパワー（具体的には、走査レンズ 2 1 の第 1 面の面形状に加えて第 2 面の面形状）と、ポリゴンミラー 1 3 の各反射面から走査レンズ 2 1 までの距離 D とを更に適切に設定することによって、走査レンズ 2 1 の第 2 面にて反射したゴースト光を、ポリゴンミラーの下方を通過させて、走査レンズ 2 1 に再入射しないようにしている。

【 0 1 0 7 】

具体的には、本第 4 実施形態では、走査レンズ 2 1 の第 2 面（後面）での反射によって生じるゴースト光をポリゴンミラー 1 3 の下方に通過させるために、下記条件式（1 0）が満たされている。

【 0 1 0 8 】

$$H/2 < -\beta D(D-Lz)/Lz$$

$$Lz = R_{z1}R_{z2}D / (2NR_{z1}D - 2(N-1)R_{z2}D - R_{z1}R_{z2}) \quad \dots (10)$$

式（1 0）における各記号の意味は、上記式（7）と同じである。

【 0 1 0 9 】

以下、上述した式（1 0）を満足する走査光学系 1 0 の実施例を 1 例示す。

【 0 1 1 0 】

【実施例 5】

図 1 3 は、実施例 5 の走査光学系 1 0 の主走査方向における展開図であり、図 1 4 は、その副走査方向における展開図である。但し、これら図 1 3，図 1 4 においては、走査レンズ 2 1 を透過する正規光束については図示を省略している。また、図 1 4 においては、図が煩雑となるのを避けるために、レーザー光源 1 1 及びシリンドリカルレンズ 1 2 を省略している。

【 0 1 1 1 】

実施例 5 では、f θ レンズ 2 0 全体としての焦点距離は 200mm であり、走査対

象面 S 上での走査幅は216mmであり、設計波長は780nmであり、ポリゴン厚Hは3.0mmであり、偏向角 α は65.0°であり、ポリゴンミラー13の各反射面に入射するレーザー光束の副走査方向における入射角 β は3.83° (=0.0494rad)である。

【0112】

実施例5におけるシリンドリカルレンズ12から走査対象面Sに至る光路上の各面の具体的数値構成を、表13に示す。表13における各記号の意味は、上述した表1のものと同一である。

【0113】

【表13】

No	Ry	Rz	d	N(780nm)	DECZ	名称
1	∞	+51.08	4.00	1.51072		シリンドリカルレンズ
2	∞		97.00			
3	∞		42.00			ポリゴンミラー
4	-185.60	-42.09	10.00	1.48617		走査レンズ第1面
5	-63.00	-35.00	112.5			走査レンズ第2面
6	-600.00		5.00	1.48617	7.00	像面湾曲補正レンズ第1面
7	-1800.00		82.53			像面湾曲補正レンズ第2面
8	∞					像面

【0114】

表13から明らかなように、シリンドリカルレンズ12の前面はシリンドリカル面であり、後面は平面である。また、像面湾曲補正レンズ22の第2面は回転対称面である。

【0115】

走査レンズ21の第1面は、トーリック面である。

【0116】

走査レンズ21の第2面は、アナモフィック非球面である。実施例5において走査レンズ21の第2面の具体的形状を特定するために上記各式(4)、(5)に適用される各係数を、表14に示す。

【0117】

【表 1 4】

K	0.00E+00		
AM ₁	0.00E+00	AS ₁	9.13E-06
AM ₂	0.00E+00	AS ₂	-3.08E-06
AM ₃	0.00E+00	AS ₃	1.52E-08
AM ₄	2.22E-07	AS ₄	-7.84E-09
AM ₅	0.00E+00	AS ₅	-8.62E-12
AM ₆	-4.09E-12	AS ₆	-3.08E-12
AM ₇	0.00E+00	AS ₇	0.00E+00
AM ₈	-6.11E-15	AS ₈	0.00E+00
AM ₉	0.00E+00	AS ₉	0.00E+00
AM ₁₀	2.89E-18	AS ₁₀	0.00E+00

【0 1 1 8】

像面湾曲補正レンズ 2 2 の第 1 面は、二次元多項式非球面である。実施例 5 において像面湾曲補正レンズ 2 2 の第 1 面の具体的形状を特定するために上記式（6）に適用される各係数を、表 1 5 に示す。

【0 1 1 9】

【表 1 5】

	B _{z0}	B _{z1}	B _{z2}	B _{z3}	B _{z4}
B _{y0}		7.959E-02	1.817E-02	1.527E-05	-1.384E-06
B _{y2}	3.115E-06	-6.728E-07	-4.277E-07	-5.186E-09	-1.394E-10
B _{y4}	1.133E-07	-3.366E-10	-6.468E-13	-4.109E-14	-2.625E-14
B _{y6}	-4.778E-12	3.902E-14	1.295E-15	-9.152E-17	0.000E+00
B _{y8}	1.088E-16	-1.614E-18	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00

【0 1 2 0】

以上に挙げた実施例 5 の具体的数値から上記式（1 0）に適用するために抽出される係数は、以下の通りである。

$$H = 3.0\text{mm}$$

$$\beta = 0.0494\text{rad}$$

$$D = -42.00\text{mm}$$

$$N = 1.48617$$

$$R_{z1} = -42.09\text{mm}$$

$$R_{z2} = -35.00\text{mm}$$

従って、実施例 5 における式（1 0）の計算結果は、以下の通りとなる。

【0 1 2 1】

$$H/2 < -\beta D(D-Lz)/Lz$$

1.5 < 1.68 : 成立

なお、走査対象面 S 上における像高 $Y = 110\text{mm}$ の位置に夫々スポットを形成するレーザー光束に対する走査レンズ 21 の第 2 面の副走査方向における曲率半径を算出すると、

$$R_{z2} = -33.03\text{mm}$$

となる。なお、第 1 面はトーリック面故にその曲率半径は一定である。

【0 1 2 2】

従って、実施例 5 において、像高 $Y = 110\text{mm}$ の位置に夫々スポットを形成するレーザー光束についての上記式 (10) の計算結果は、以下の通りとなる。

【0 1 2 3】

$$H/2 < -\beta D(D-Lz)/Lz$$

1.5 < 2.27 : 成立

このように、実施例 5 では、走査レンズ 21 の第 1 面及び第 2 面に関して、その走査の全域において式 (10) が満たされているので、図 13 及び図 14 に示されるように、走査レンズ 21 の第 2 面でのゴースト光は、ポリゴンミラー 13 の下方へ向かい、反射面には入射しないので、走査レンズ 21 に再入射して走査対象面 S 上にゴーストを生じさせることがない。

【0 1 2 4】

【比較例】

以下、上述した本発明の各実施形態による効果（走査レンズ 21 の第 1 面および第 2 面での反射に因るゴースト光がポリゴンミラー 13 の上方又は下方を通り過ぎる）を明らかにするために、上記式 (1)（即ち、上記式 (3) 及び式 (9) を併せた式）又は上記式 (2)（即ち、上記式 (7) 及び式 (10) を併せた式）を満たしていない例を、比較例として、2 例挙げる。

【0 1 2 5】

【比較例 1】

図 15 は、比較例 1 の走査光学系 10 の主走査方向における展開図であり、図 16 は、その副走査方向における展開図である。但し、これら図 15、図 16 に

おいては、走査レンズ 2 1 を透過する正規光束については図示を省略している。
また、図 1 6 においては、図が煩雑となるのを避けるために、レーザー光源 1 1
及びシリンドリカルレンズ 1 2 を省略している。

【 0 1 2 6 】

比較例 1 では、 $f \theta$ レンズ 2 0 全体としての焦点距離は 235mm であり、走査対象面 S 上での走査幅（レーザー光束が走査される主走査方向幅）は 216mm であり、設計波長は 780nm であり、ポリゴン厚 H は 3.0mm であり、偏向角 α は 75.0° であり、ポリゴンミラー 1 3 の各反射面に入射するレーザー光束の副走査方向における入射角 β は 0.95° ($=0.0166\text{rad}$) である。

【 0 1 2 7 】

比較例 1 におけるシリンドリカルレンズ 1 1 から走査対象面 S に至る光路上の各面の具体的数値構成を、表 1 6 に示す。表 1 6 における各記号の意味は、上述した表 1 のものと同じである。

【 0 1 2 8 】

【表 1 6】

No	Ry	Rz	d	N(780nm)	DECZ	名称
1	∞	+51.08	4.00	1.51072		シリンドリカルレンズ
2	∞		97.00			
3	∞		54.00			ポリゴンミラー
4	-184.70		10.00	1.48617		走査レンズ第 1 面
5	-70.53	-100.00	140.00			走査レンズ第 2 面
6	-817.63		6.00	1.48617	3.00	像面湾曲補正レンズ第 1 面
7	-1800.00		91.20			像面湾曲補正レンズ第 2 面
8	∞					像面

【 0 1 2 9 】

表 1 6 から明らかなように、シリンドリカルレンズ 1 2 の前面はシリンドリカル面であり、後面は平面である。また、走査レンズ 2 1 の第 1 面 R 1 と像面湾曲補正レンズ 2 2 の第 2 面は回転対称面である。

【 0 1 3 0 】

走査レンズ 2 1 の第 2 面は、アナモフィック非球面である。比較例 1 において走査レンズ 2 1 の第 2 面の具体的形状を特定するために上記各式 (4), (5) に適用される各係数を、表 1 7 に示す。

【 0 1 3 1 】

【表 1 7】

K	0.00E+00		
AM ₁	0.00E+00	AS ₁	8.16E-06
AM ₂	0.00E+00	AS ₂	5.73E-07
AM ₃	0.00E+00	AS ₃	-1.80E-08
AM ₄	1.24E-07	AS ₄	-7.26E-09
AM ₅	0.00E+00	AS ₅	5.25E-11
AM ₆	-9.74E-12	AS ₄	1.02E-11
AM ₇	0.00E+00	AS ₅	-3.63E-14
AM ₈	6.78E-15	AS ₆	-5.24E-15

【 0 1 3 2 】

像面湾曲補正レンズ 2 2 の第 1 面は、二次元多項式非球面である。比較例 1 において像面湾曲補正レンズ 2 2 の第 1 面の具体的形状を特定するために上記式（6）に適用される各係数を、表 1 8 に示す。

【 0 1 3 3 】

【表 1 8】

	B _{z0}	B _{z1}	B _{z2}	B _{z3}	B _{z4}
B _{y0}		2.899E-02	1.598E-02	1.519E-05	-1.041E-06
B _{y2}	2.367E-05	-2.543E-07	-2.568E-07	-1.037E-10	-1.323E-10
B _{y4}	6.795E-08	-7.351E-11	-3.067E-12	-3.704E-13	-2.604E-14
B _{y6}	-2.184E-12	1.035E-14	8.116E-16	-1.143E-17	0.000E+00
B _{y8}	4.790E-17	-5.730E-19	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00

【 0 1 3 4 】

以上に挙げた比較例 1 の具体的数値から上記式（1）に適用するために抽出される係数は、以下の通りである。

$$H = 3.0\text{mm}$$

$$\beta = 0.0166\text{rad}$$

$$D = -54.0\text{mm}$$

$$R_{z1} = -184.70\text{mm}$$

従って、比較例 1 における式（1）の計算結果は、以下の通りとなる。

【 0 1 3 5 】

$$H/2 < |(2\beta D(D-R_{z1}))/R_{z1}|$$

$$1.5 < 1.27 : \text{不成立}$$

このように、比較例 1 では、走査レンズ 2 1 の第 1 面に関して式 (1) が満たされていないので、図 1 5 及び図 1 6 に示されるように、走査レンズ 2 1 の第 1 面でのゴースト光は、ポリゴンミラー 1 3 の反射面に入射してしまうので、この反射面によって反射され、走査レンズ 2 1 に再入射することによって、走査対象面 S 上にゴーストを生じさせてしまう。

【0 1 3 6】

【比較例 2】

図 1 7 は、比較例 1 の走査光学系 1 0 の主走査方向における展開図であり、図 1 8 は、その副走査方向における展開図である。但し、これら図 1 7、図 1 8 においては、走査レンズ 2 1 を透過する正規光束については図示を省略している。また、図 1 8 においては、図が煩雑となるのを避けるために、レーザー光源 1 1 及びシリンドリカルレンズ 1 2 を省略している。

【0 1 3 7】

比較例 2 では、 $f \theta$ レンズ 2 0 全体としての焦点距離は 200mm であり、走査対象面 S 上での走査幅（レーザー光束が走査される主走査方向幅）は 216mm であり、設計波長は 780nm であり、ポリゴン厚 H は 4.0mm であり、偏向角 α は 65.0° であり、ポリゴンミラー 1 3 の各反射面に入射するレーザー光束の副走査方向における入射角 β は 2.83° ($=0.0494\text{rad}$) である。

【0 1 3 8】

比較例 2 におけるシリンドリカルレンズ 1 1 から走査対象面 S に至る光路上の各面の具体的数値構成を、表 1 9 に示す。表 1 9 における各記号の意味は、上述した表 1 のものと同じである。

【0 1 3 9】

【表 1 9】

No	Ry	Rz	d	N(780nm)	DECZ	名称
1	∞	+51.08	4.00	1.51072		シリンドリカルレンズ
2	∞		97.00			
3	∞		42.00			ポリゴンミラー
4	-185.60		10.00	1.48617		走査レンズ第 1 面
5	-63.00	-100.00	112.50			走査レンズ第 2 面
6	-600.00		5.00	1.48617	7.00	像面湾曲補正レンズ第 1 面
7	-1800.00		82.53			像面湾曲補正レンズ第 2 面
8	∞					像面

【0 1 4 0】

表 1 9 から明らかなように、シリンドリカルレンズ 1 2 の前面はシリンドリカル面であり、後面は平面である。また、走査レンズ 2 1 の第 1 面と像面湾曲補正レンズ 2 2 の第 2 面は回転対称面である。

【0 1 4 1】

走査レンズ 2 1 の第 2 面は、アナモフィック非球面である。比較例 2 において走査レンズ 2 1 の第 2 面の具体的形状を特定するために上記各式 (4), (5) に適用される各係数を、表 2 0 に示す。

【0 1 4 2】

【表 2 0】

K	0.00E+00		
AM ₁	0.00E+00	AS ₁	1.11E-05
AM ₂	0.00E+00	AS ₂	2.23E-06
AM ₃	0.00E+00	AS ₃	1.89E-08
AM ₄	2.19E-07	AS ₄	-8.32E-09
AM ₅	0.00E+00	AS ₅	-1.51E-11
AM ₆	-1.92E-12	AS ₆	2.49E-12
AM ₇	0.00E+00	AS ₇	0.00E+00
AM ₈	1.38E-15	AS ₈	0.00E+00
AM ₉	0.00E+00	AS ₉	0.00E+00
AM ₁₀	-3.29E-18	AS ₁₀	0.00E+00

【0 1 4 3】

像面湾曲補正レンズ 2 2 の第 1 面は、二次元多項式非球面である。比較例 2 において像面湾曲補正レンズ 2 2 の第 1 面の具体的形状を特定するために上記式 (6) に適用される各係数を、表 2 1 に示す。

【0 1 4 4】

【表 2 1】

	B_{z0}	B_{z1}	B_{z2}	B_{z3}	B_{z4}
B_{y0}		8.484E-02	1.853E-02	1.100E-05	-1.370E-06
B_{y2}	1.018E-05	-9.633E-07	-4.347E-07	-3.826E-09	-1.378E-10
B_{y4}	1.095E-07	-3.323E-10	-2.867E-12	-5.060E-14	-2.603E-14
B_{y6}	-3.913E-12	3.286E-14	1.368E-15	-8.914E-17	0.000E+00
B_{y8}	3.966E-17	-9.911E-19	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00

【0 1 4 5】

以上に挙げた比較例 2 の具体的数値から上記式 (2) に適用するために抽出される係数は、以下の通りである。

$$H = 4.0\text{mm}$$

$$\beta = 0.0494\text{rad}$$

$$D = -42.0\text{mm}$$

$$N = 1.48617$$

$$R_{z1} = -185.60\text{mm}$$

$$R_{z2} = -100.00\text{mm}$$

従って、比較例 2 における式 (2) の計算結果は、以下の通りとなる。

【0 1 4 6】

$$H/2 < |\beta D(D-Lz)/Lz|$$

$$2.0 < 2.02 : \text{成立}$$

但し、走査対象面 S 上における像高 $Y = 110\text{mm}$ の位置に夫々スポットを形成するレーザー光束に対する走査レンズ 2 1 の第 2 面 R 2 の副走査方向における曲率半径を算出すると、

$$R_{z2} = -79.86\text{mm}$$

となる。なお、第 1 面は球面故にその曲率半径は一定である。

【0 1 4 7】

従って、比較例 2 において、像高 $Y = 110\text{mm}$ の位置に夫々スポットを形成するレーザー光束についての上記式 (2) の計算結果は、以下の通りとなる。

【0 1 4 8】

$$H/2 < |\beta D(D-Lz)/Lz|$$

$$2.0 < 1.36 : \text{不成立}$$

このように、比較例 2 では、走査レンズ 2 1 の第 1 面及び第 2 面に関して、走査の全域において式 (2) が満たされているのではないので、図 1 7 及び図 1 8 に示されるように、走査レンズ 2 1 の第 2 面でのゴースト光は、偏向方向に依っては、ポリゴンミラー 1 3 の反射面に入射してしまい、この反射面によって反射され、走査レンズ 2 1 に再入射することによって、走査対象面 S 上にゴーストを生じさせてしまう。

【 0 1 4 9 】

【発明の効果】

以上に説明したように、本発明の走査光学系によれば、走査光学系における結像レンズの各レンズ面でのレーザー光束の反射に因るゴースト光が、ポリゴンミラーの上方又は下方を通過することによって、その反射面に入射しないので、その反射面によって反射されて結像レンズに再入射することがない。従って、ゴーストに起因する描画性能劣化を防止することができる一方で、結像レンズの各面にゴースト防止のための反射防止コーティングを施す必要がなくなるので、コーティングに要するコストを節約することができるとともに、結像レンズにプラスチックレンズを用いることができ、よって、走査光学系全体としてのコスト上昇を抑えることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の第 1 の実施形態による走査光学系を展開した状態を示す概略光学構成図

【図 2】 ポリゴンミラーから各感光ドラムまでの走査光学系の副走査方向における光学構成を示す光学構成図

【図 3】 第 1 実施形態及び第 2 実施形態によるゴースト防止の原理を示す原理図

【図 4】 実施例 1 の光学構成を示す主走査方向における展開図

【図 5】 実施例 1 の光学構成を示す副走査方向における展開図

【図 6】 実施例 2 の光学構成を示す主走査方向における展開図

【図 7】 実施例 2 の光学構成を示す副走査方向における展開図

【図 8】 実施例 3 の光学構成を示す主走査方向における展開図

【図 9】 実施例 3 の光学構成を示す副走査方向における展開図

【図 1 0】 第 3 実施形態及び第 4 実施形態によるゴースト防止の原理を示す
原理図

【図 1 1】 実施例 4 の光学構成を示す主走査方向における展開図

【図 1 2】 実施例 4 の光学構成を示す副走査方向における展開図

【図 1 3】 実施例 5 の光学構成を示す主走査方向における展開図

【図 1 4】 実施例 5 の光学構成を示す副走査方向における展開図

【図 1 5】 比較例 1 の光学構成を示す主走査方向における展開図

【図 1 6】 比較例 1 の光学構成を示す副走査方向における展開図

【図 1 7】 比較例 2 の光学構成を示す主走査方向における展開図

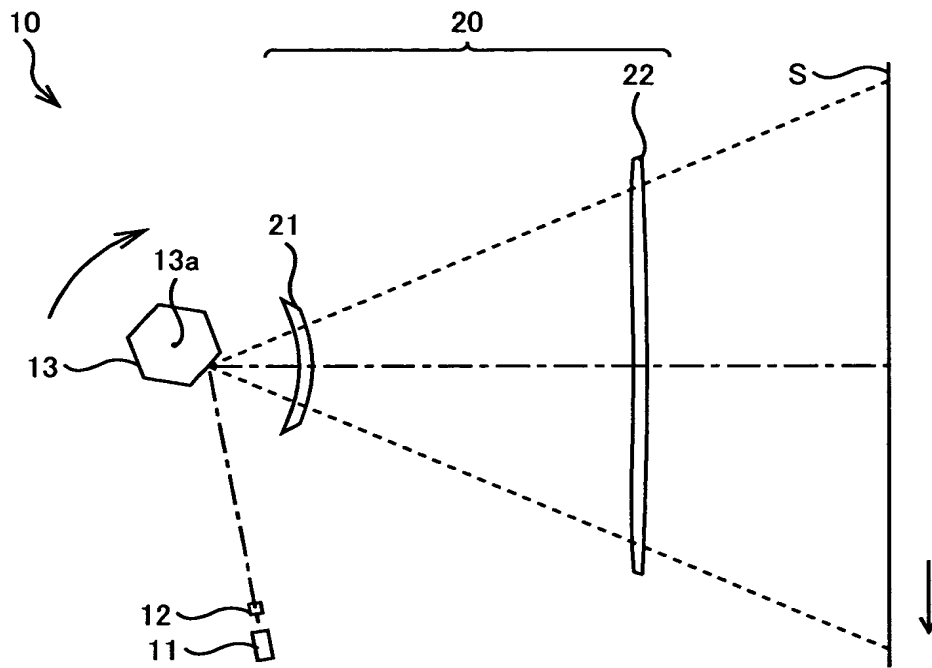
【図 1 8】 比較例 2 の光学構成を示す副走査方向における展開図

【符号の説明】

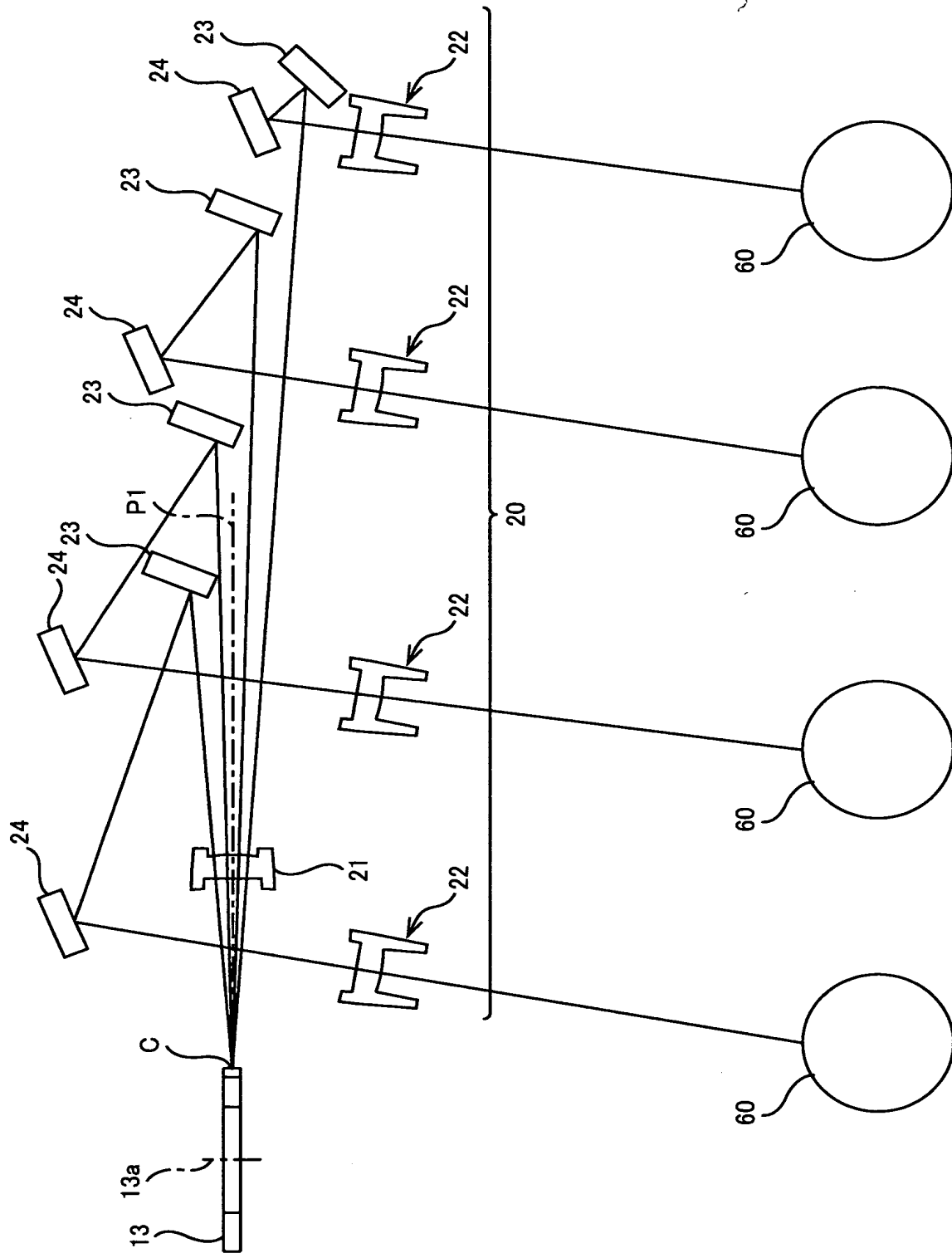
1 0	走査光学系
1 1	レーザー光源
1 2	シリンドリカルレンズ
1 3	ポリゴンミラー
2 0	f θ レンズ
2 1	走査レンズ
2 2	像面湾曲補正レンズ
6 0	感光ドラム
S	走査対象面

【書類名】 図面

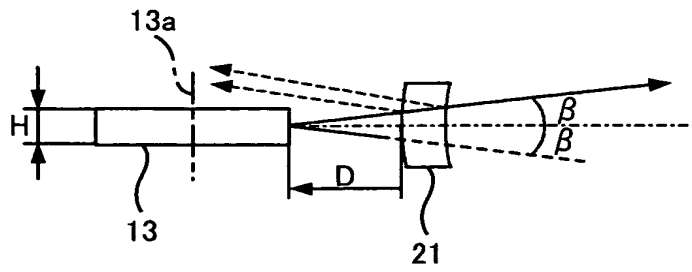
【図 1】



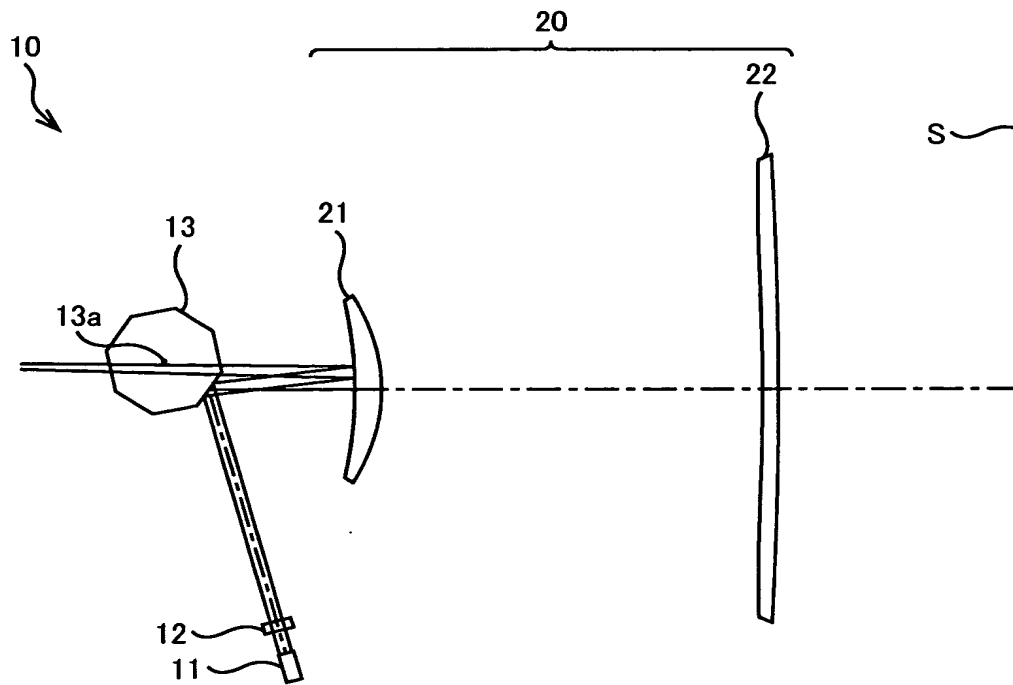
【図 2】



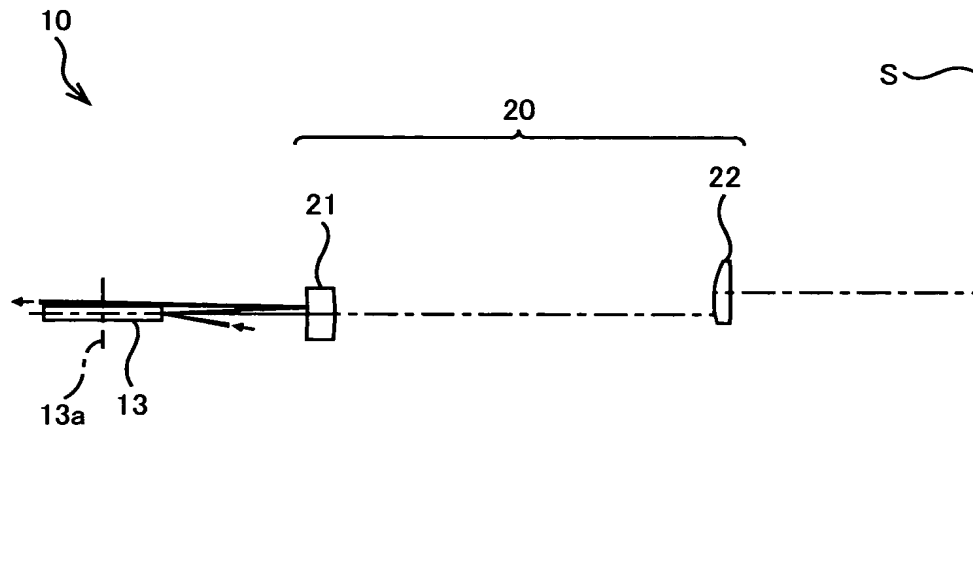
【図 3】



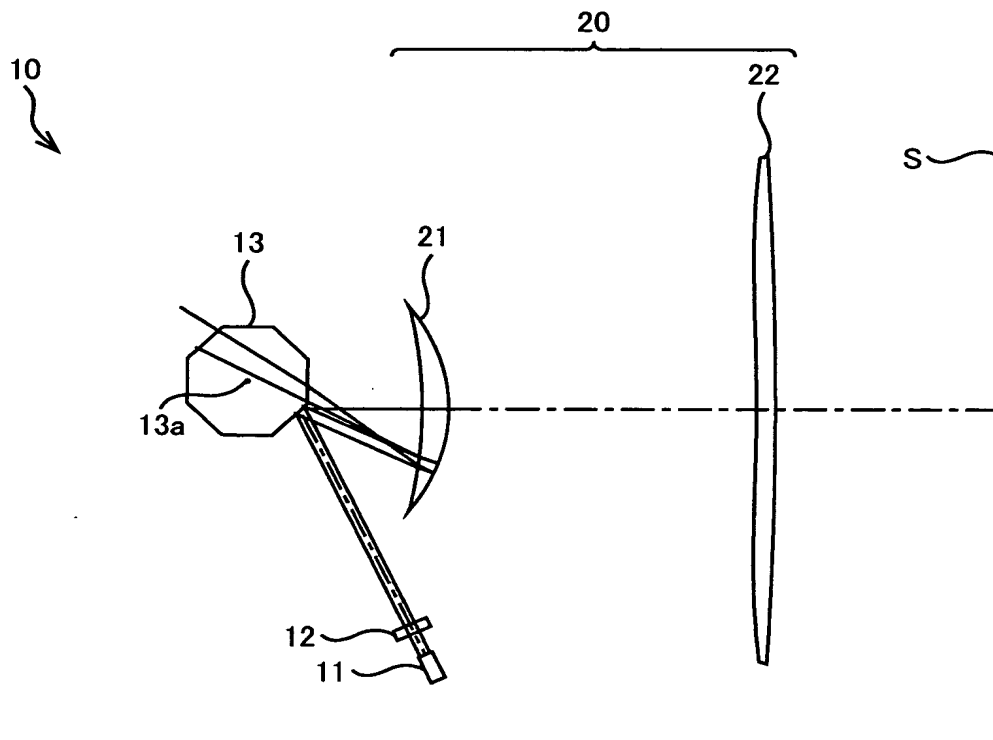
【図 4】



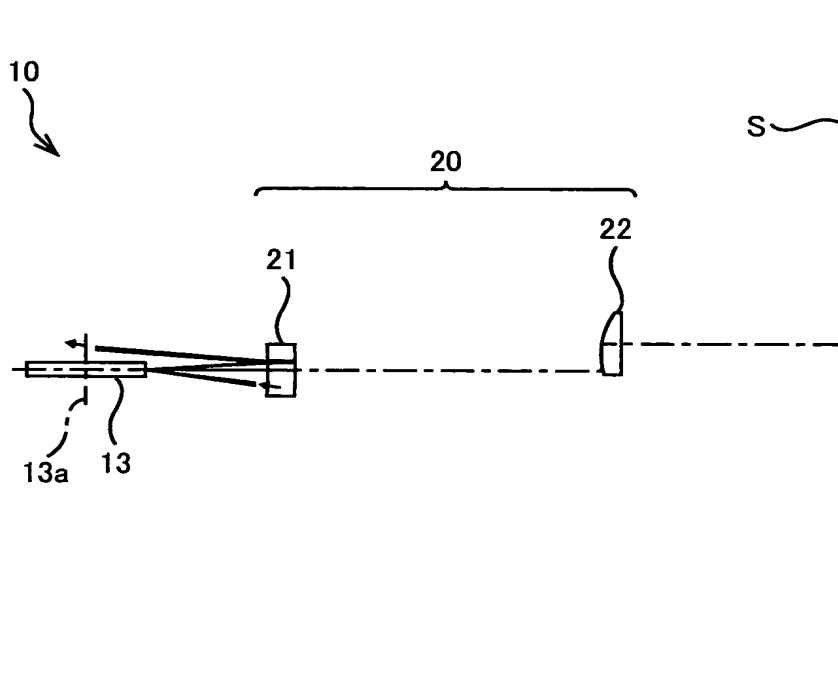
【図 5】



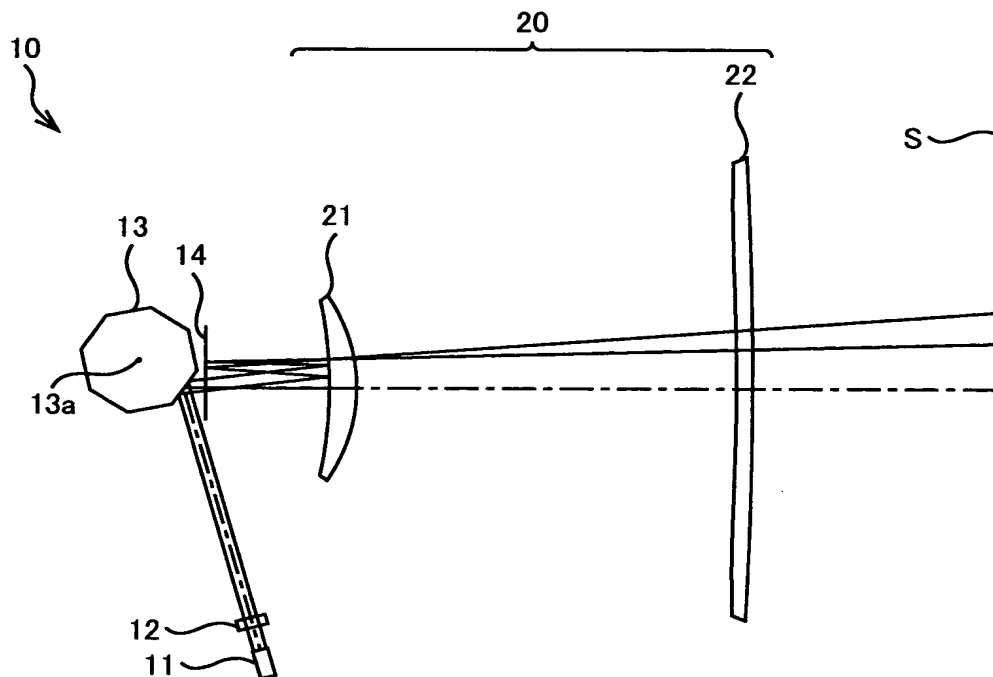
【図 6】



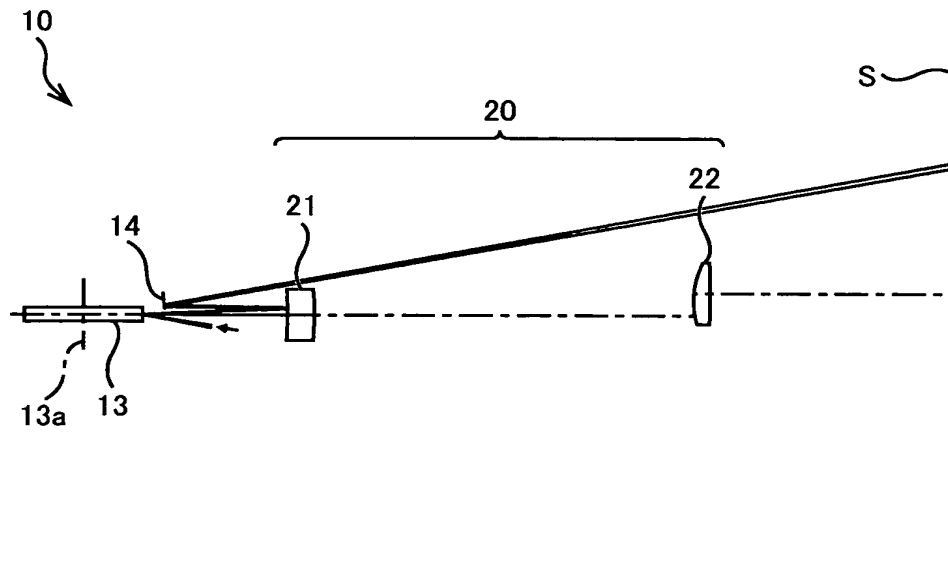
【図 7】



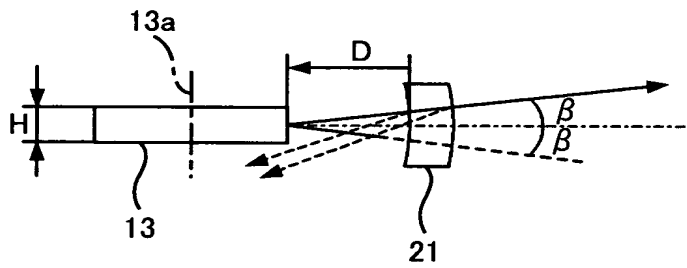
【図 8】



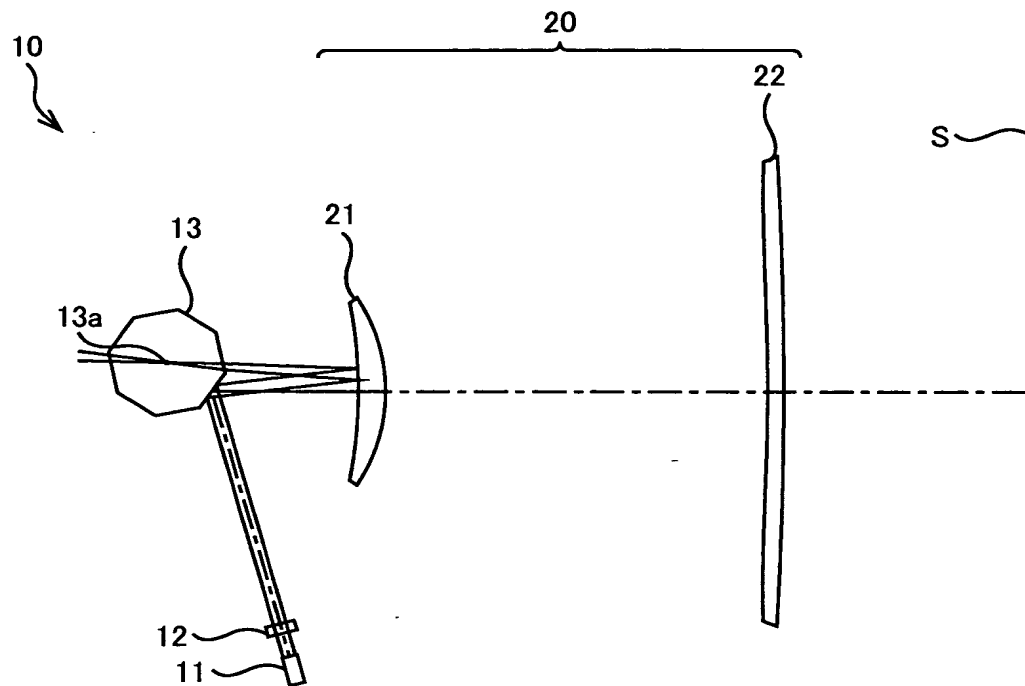
【図 9】



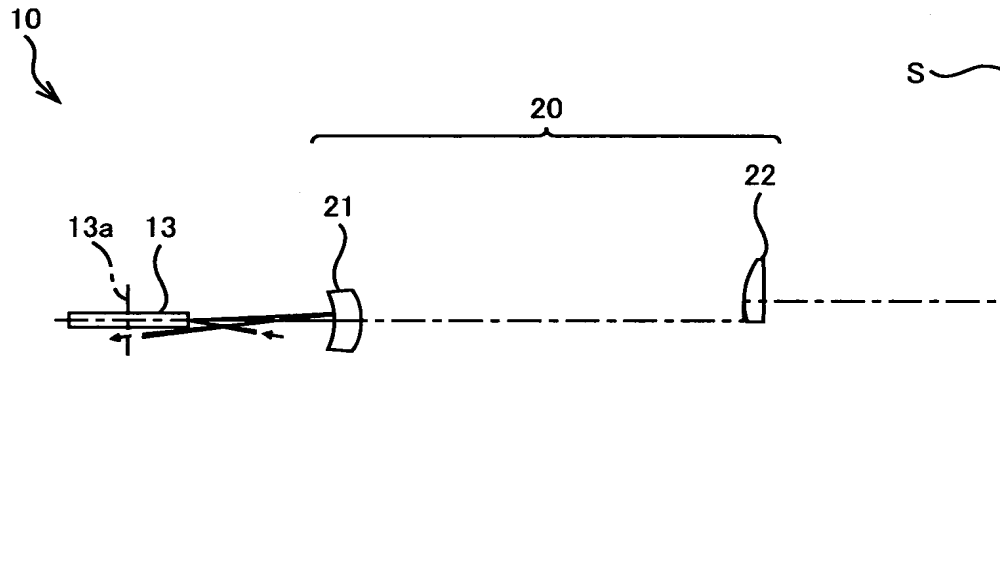
【図 1 0】



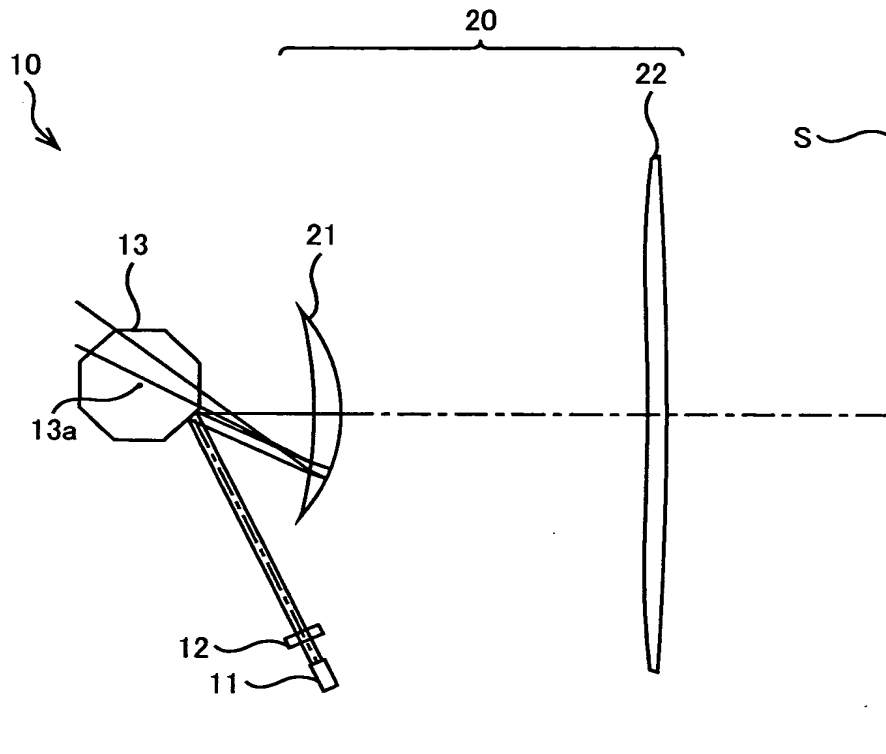
【図 1 1】



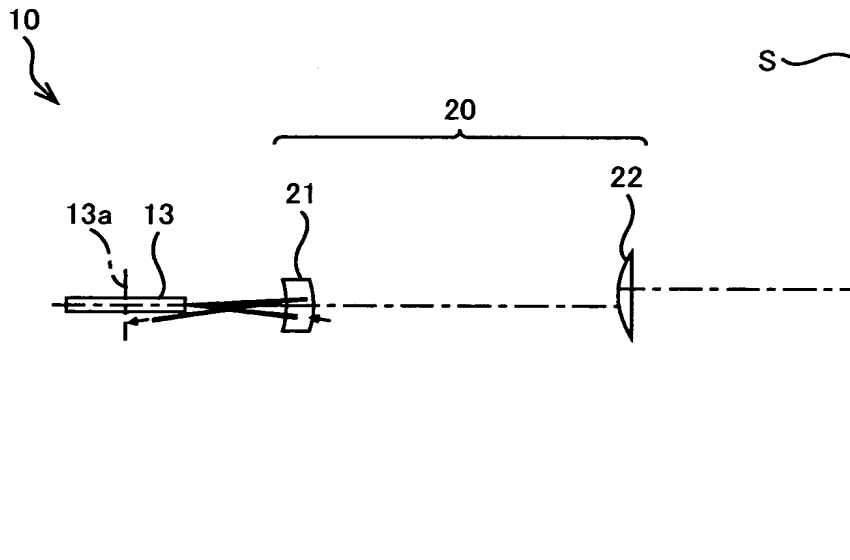
【図 1 2】



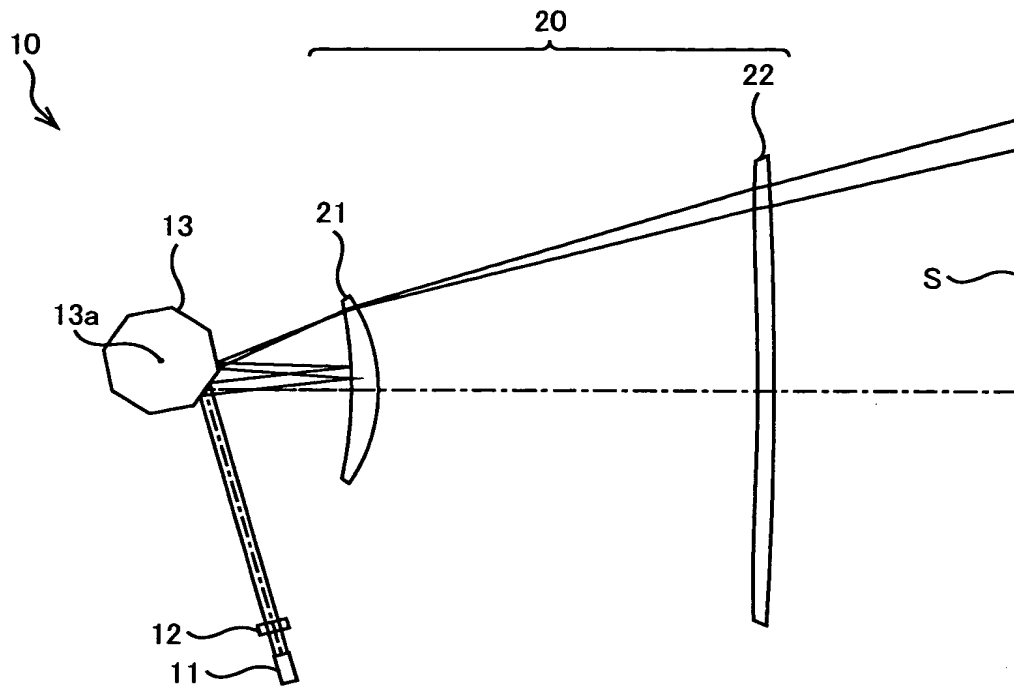
【図 1 3】



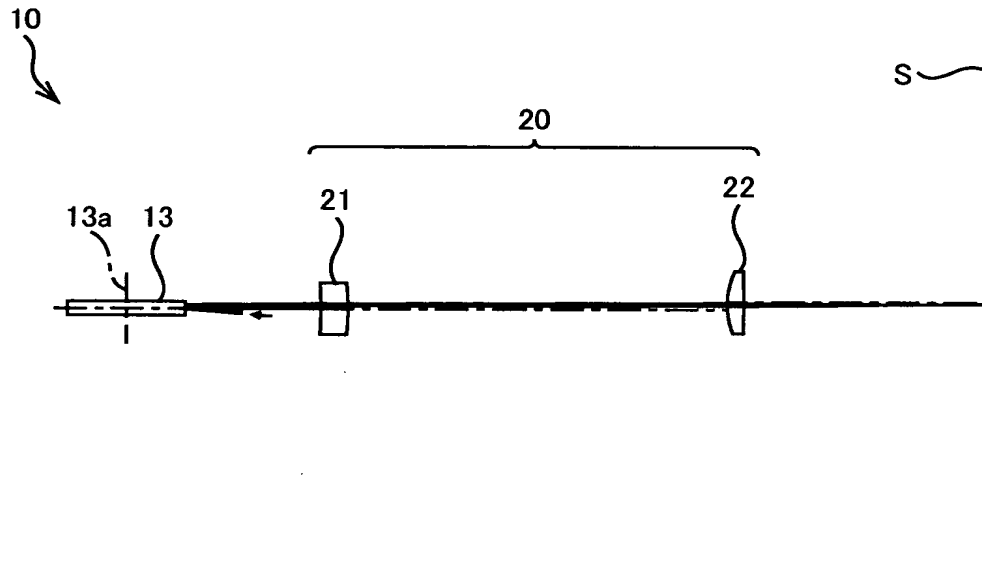
【図 1 4】



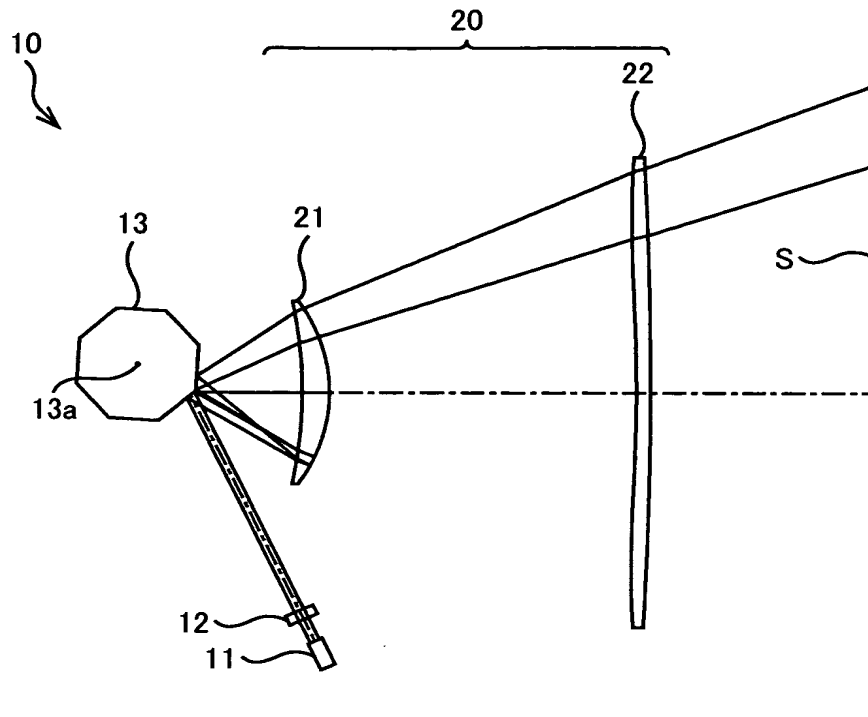
【図 1 5】



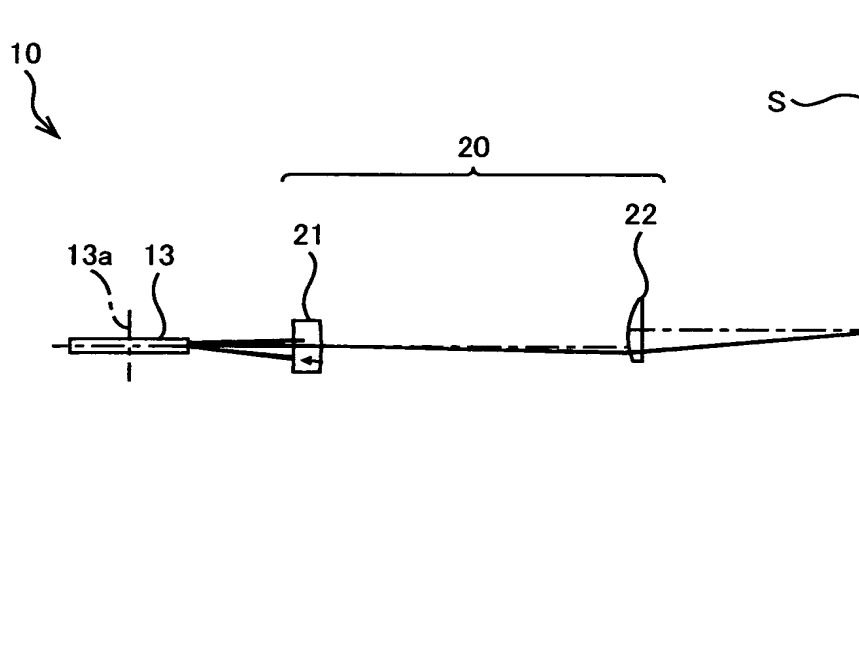
【図 1 6】



【図 1 7】



【図 1 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】

結像レンズの各レンズ面でのレーザー光束の反射に因るゴースト光が走査対象面に入射しない走査光学系を、提供する。

【解決手段】

レーザ光源 1 1 及びシリンドリカルレンズ 1 2 は、ポリゴンミラー 1 3 の各反射面に対して、副走査方向に斜めな方向から、レーザー光束を入射する。各反射面によって反射されたレーザー光束は、主走査方向に動的に偏向されつつ、走査レンズ 2 1 に入射するが、この走査レンズ 2 1 の第 1 面は、以下の条件を満たしている。

$$H/2 < |(2\beta D(D-Rz1))/Rz1| \quad \dots (1)$$

但し、 β は、副走査面内におけるレーザー光束のポリゴンミラー 1 3 の各反射面に対する入射角、 D は、ポリゴンミラー 1 3 の各反射面から走査レンズ 2 1 までの距離、 H は、ポリゴンミラーの各反射面の副走査面内における厚さ、 $Rz1$ は、走査レンズ 2 1 の第 1 面 $R1$ の副走査断面の曲率半径である。

【選択図】 図 3

認 定 ・ 付 加 情 報

特許出願の番号	特願 2 0 0 2 - 2 1 4 3 8 0
受付番号	5 0 2 0 1 0 8 3 1 8 2
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0 0 9 0
作成日	平成 1 4 年 8 月 2 3 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】	平成14年 7月23日
-------	-------------

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000000527]

1. 変更年月日 1990年 8月10日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都板橋区前野町2丁目36番9号
氏 名 旭光学工業株式会社
2. 変更年月日 2002年10月 1日
[変更理由] 名称変更
住 所 東京都板橋区前野町2丁目36番9号
氏 名 ペンタックス株式会社